Die

Entstehung der Arten

auf Grund von

Vererben erworbener Eigenschaften

nach den Gesetzen

organischen Wachsens.

Ein Beitrag

zur einheitlichen Auffassung der Lebewelt

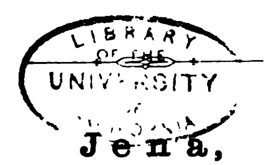
von

Dr. G. H. Theodor Eimer,

Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie zu Tübingen.

I. Theil.

Mit 6 Abbildungen im Text.



Jena,

Verlag von Gustav Fischer.

1888.

Dem

Andenken meines Vaters

eines Arztes von der tüchtigen alten naturwissenschaftlichen Schulung, dessen Sinn die Anerkennung der Herrschaft von Zufall in der Natur entgegen war, als im Widerspruch stehend mit der Forderung strengster allgemeiner Gesetzmässigkeit; eines Mannes, der in der Zuversicht, dass in Kampf und Arbeit erzielte Aufklärung die Fähigkeiten vervollkommne, durch Geschlechter sich mehre und zum stetigen geistigen Fortschritt führen müsse, immer von neuem Kraft und Siegeshoffnung fand gegen die Widersacher der Aufklärung.

Vorwort.

Die Entstehung des vorliegenden Buches ist zurückzuführen auf die Absicht, in einer kurzen Abhandlung meine Ansichten über die Entwicklung der Lebewelt darzulegen und den neuesten Theorien über dieselbe entgegenzutreten. Die Ausführung der ersten Abschnitte des Buches lässt in der Anlage und insbesondere in der knappen Form noch den ursprünglichen Plan erkennen. Erst durch die grosse Tragweite, welche mittlerweile die Lehre von der Unvererbbarkeit erworbener Eigenschaften gewann, indem sie zur Tagesfrage wurde, sah ich, dass ich zur Erreichung meines Zweckes ausgiebigere Mittel aufbieten müsse, und es schien mir dies um so nothwendiger, als mir gerade die Art der Begründung und der Umfang der Anerkennung, welche diese Lehre fand, vor Augen führte, wie leicht bis dahin allgemein anerkannte Grundsätze der biologischen Wissenschaft verlassen werden können, um eine einzige bestimmte, vorher nicht erklärbare Thatsache verständlich zu machen. Erst diese Erkenntniss ermuthigte mich im Verlauf der Beschäftigung mit dem Gegenstande zur nachdrücklichen Aeusserung der Ueberzeugung, welche ich durch jahrelanges Durchdenken der Fragen des eigentlichen Darwinismus längst gewonnen hatte, dass die gebräuchliche Vertretung desselben nur zu häufig solche Grundsätze gleichfalls ausser Acht gelassen habe. So kam es, dass ich mich erst während des Druckes entschloss das Buch zu erweitern und in zwei Theilen erscheinen zu lassen. Von ihnen wird der zweite vorzüglich die durch

Abbildungen erklärten Beweise für meine Auffassung bringen, auf welche in der Einleitung hingewiesen ist. Es beziehen sich diese Beweise besonders auf die bestimmt gerichtete, gesetzmässige, nur durch organisches Wachsen erklärbare Umbildung der Lebewelt. In einem Anhang zum zweiten Theile sollen Anmerkungen folgen, welche hauptsächlich weitere Beispiele, bezw. Thatsachen zu Gunsten der von mir vertretenen Auffassung liefern werden. Wie sehr solche einzelne Thatsachen einfachster Art der Natur des Gegenstandes nach von Werth sind, das beweist der erst kürzlich auf der Wiesbadener Naturforscherversammlung bekannt gewordene Fall von Vererbung eines verstümmelten Schwanzes bei Katzen. Er zeigt zugleich, dass man nicht ein gelehrter Naturforscher zu sein braucht, um Stoff zur Entscheidung der obschwebenden Fragen zu liefern, und ich richte daher an alle Naturbeobachter die Bitte, mir zuverlässige, den Inhalt meines Buches berührende Thatsachen für oder wider zum Zweck der Verwerthung in jenen Anmerkungen mitzutheilen.

Zugleich werde ich am Schlusse des zweiten Theils des Buches die den meinigen mehr oder weniger verwandten Ansichten anderer Schriftsteller besprechen und würdigen.

Dem Herrn Verleger danke ich für die grosse Rücksicht, welche er gegenüber den Unbequemlichkeiten der Abänderung des Planes der Arbeit gezeigt hat. Zu besonderem Dank bin ich ferner meinem I. Assistenten, Herrn Dr. Fickert verpflichtet, nicht nur für seine unermüdliche Mithülfe bei Besorgung der Correcturen und beim Herbeischaffen und Bewältigen der Literatur, sondern auch für vielen praktischen Rath und für zahlreiche von mir verwerthete Thatsachen, auf welche mich seine ungewöhnlichen Kenntnisse aufmerksam gemacht haben.

Tübingen, im November 1887. **Eimer.**

Inhaltsverzeichniss.



Einleitung.

Es schien mir längst hochwichtig, nachzuforschen, ob sich nicht eine bestimmte Gesetzmässigkeit im Abändern (Variiren) der Arten der Thiere erkennen lasse.

Man hatte bis dahin angenommen, dass das Abändern ganz regellos, nach den verschiedensten Richtungen hin geschehe, dass es völlig dem Zufall unterworfen sei, wie auch die Entstehung der Arten auf Grund der Darwin'schen Erklärung dem Zufall anheimgegeben worden ist. Mit Recht machte man der letzteren die Vertretung der Herrschaft des Zufalls zum Vorwurf. Gerade wenn, wie ich anerkenne, die Grundsätze des Darwinismus im Ganzen deshalb richtig sind, weil ihre Geltung gesetzmässig nachgewiesen werden kann, war zu erwarten, dass Gesetzmässigkeit sich auch in dem Punkte werde feststellen lassen, welchen Darwin dem Zufall preisgegeben hat. Wurde aber die Entstehung des Abänderns als eine gesetzmässige erwiesen, so war dieser Nachweis auch für die Entstehung der Arten geliefert. Denn Arten sind ja — wer auf dem Boden der Entwicklungslehre steht, erkennt dies an — aus Abarten nothwendig hervorgegangen. Sie sind, wenn wir eine Grenze zwischen beiden überhaupt feststellen können, von Abarten nur dadurch unterschieden, dass sie nach oben und nach unten von ihren Verwandten durch die Unmöglichkeit unbegrenzter fruchtbarer geschlechtlicher Mischung getrennt, sofern sie, als ungeschlechtlich sich vermehrende Formen, nicht durch scharfe morphologische Merkmale an sich abgegrenzt sind.

Aber die Untersuchung der Gesetzmässigkeit des Abänderns schloss auch die Frage nach den Ursachen dieses Abänderns ein. Auch in dieser Beziehung hatte der Darwinismus eine sehr grosse Lücke in der Erklärung der Entstehung der Arten gelassen. Weil er das Abändern wesentlich dem Zufall überliess, wusste er auch nicht viel darüber zu sagen, warum es sich vollziehe. Ja es war gerade von den eifrigsten Anhängern Darwin's vielfach der grosse Fehler gemacht worden und er wird noch gemacht, dass sie die auf dem Nutzen beruhende Auslese als die selbstthätige Kraft behandelten, welche die zur Ermöglichung dieser Auslese nöthigen Veränderungen der Eigenschaften der Organismen selbst hervorbringe, oder doch der Fehler, dass sie sich nicht darüber klar wurden, wie weit entfernt diese Auslese, wie weit entfernt der Darwinismus davon sei, jene Veränderungen erklären zu können.

Das Darwin'sche Nützlichkeitsprincip, die Auslese des Nützlichen im Kampf ums Dasein, erklärt nicht die erste Entstehung neuer Eigenschaften. Es erklärt nur — und auch das meiner Ansicht nach nur theilweise — die Steigerung und das Herrschendwerden dieser Eigenschaften.

Der Satz Darwin's, dass jede an einem Organismus vorkommende Eigenschaft demselben entweder jetzt nützlich sein oder irgend einmal nützlich gewesen sein müsse, ein Satz, den Darwin übrigens selbst nicht festgehalten hat, von dem er später immer mehr abgewichen ist, hat wohl zu jener falschen Vorstellung am meisten Veranlassung gegeben, denn er stellte den Nutzen als den Alleinherrscher im Reich des Organischen auf. Die unbedingte Annahme dieser Herrschaft liess völlig übersehen, dass „Nutzen" ein rein bezüglicher Begriff ist und dass er demnach unmöglich das Grundprincip der Gestaltung der organischen Welt sein kann.

Bevor etwas nützlich sein kann, muss es erst da sein. Warum,

durch welche Mittel ist es entstanden? Das ist die Frage, welche ich mir weiter gestellt habe.

Sind es aber vom Nutzen unabhängige Mittel, welche die Gestaltung der Organismenwelt beeinflussen, ja in erster Linie bedingen, so müssen viele Eigenschaften dieser Organismenwelt bestehen, welche mit dem Nutzen überhaupt nichts zu thun haben.

Auf solche bisher wenig berücksichtigte Eigenschaften musste das Ergebniss meiner Untersuchung, so war von vornherein zu erwarten, besonders hinweisen.

Würden wir alle Gesetzmässigkeit kennen, welche beim Aufbau und beim Bestand auch nur eines einzigen Thieres oder einer einzigen Pflanze gewirkt hat und wirkt, so verstünden wir die Gesetze der organischen Welt überhaupt.

Schon aus diesem Grunde muss es dem Biologen lohnende Aussicht bieten, sich mit einem und demselben Lebewesen einmal recht ausgiebig zu beschäftigen, den Versuch zu machen, in dessen Natur möglichst tief einzudringen. Der einzige Liebling sagt ihm bald mehr als alle anderen Pflanzen oder Thiere, welche er oberflächlicher betrachtet, zusammen. Denn je mehr sich der Forscher mit einem fruchtbaren Gegenstand abgiebt, um so reicher erscheint derselbe vor seinem Auge, um so mehr zeigt er neue Eigenschaften, um so mehr gewinnt er Leben und Bedeutung, um so mehr erscheinen alle seine Eigenschaften und seine Lebensbeziehungen eben als gesetzmässige.

Die ausgiebige Beschäftigung mit einer einzigen Thierart hat mich zu einer ganzen Reihe von Gesetzen geführt, welche die Ausdehnung der Untersuchung auf andere Arten als allgemein gültige erwies.

Schon zu Anfang der siebziger Jahre hatte ich nämlich die Mauereidechse, deren bedeutendes Abändern bekannt ist, als Ausgangspunkt meiner Forschung ins Auge gefasst. Der Umstand, dass ich im Frühjahr 1872 auf einem der Faraglione-Felsen bei Capri die von mir als Lacerta muralis coerulea beschriebene schwarzblaue Mauer-

eidechse kennen lernte, wurde maassgebend für meinen endgültigen Entschluss.

In jener Form der Mauereidechse hatte ich ein Thier gefunden, welches man mit demselben Rechte als Art wie als Abart bezeichnen durfte: so sehr ist es von der Stammform verschieden. So konnte ich am Schlusse meiner über diese Eidechse veröffentlichten Abhandlung[1]) sagen: „Die Bemerkung einiger Gegner des Darwinismus, es habe noch Niemand den Uebergang einer Varietät in eine Art beobachten können, ist zwar auch durch die Existenz der blauen Mauereidechse nicht widerlegt, denn sie stellt an den Anhänger jener Lehre keine andere Zumuthung als die, das Gras wachsen zu hören; und ausserdem wird es stets dem Einzelnen überlassen bleiben, innerhalb gewisser Grenzen unter „Art“ zu verstehen, was er will. Dennoch dürfte der durch dieses Thier gelieferte Nachweis von unzweifelhafter, augenscheinlich in relativ kurzer Zeit vor sich gegangener natürlicher Züchtung immerhin so viel leisten, dass er eine Opposition, welche nicht geradezu ausgesprochen eine principielle ist, davon abhält, dem soeben angeführten Satze noch irgendwelche Bedeutung beizulegen.“

Die Aufgabe, die Ursachen der Umänderungen aufzufinden, welche die merkwürdige Abart erfahren hatte, führte mich sofort mitten in die Behandlung der vorangestellten Fragen hinein, und das Ergebniss meiner an verschiedenen Thierklassen fortgesetzten Untersuchungen war eben die Erkenntniss einer nicht nur für die Eidechsen, sondern für die verschiedensten Sippen des Thierreichs gültigen Gesetzmässigkeit in Beziehung auf das Abändern zunächst der bis dahin als völlig gleichgültig, bedeutungslos und zufällig angesehenen Zeichnung, aber auch in Beziehung auf andere Eigenschaften. Ich konnte nachweisen, d a s s d a s A b ä n d e r n ü b e r a l l n a c h g a n z b e s t i m m t e n , a b e r n u r n a c h w e n i g e n R i c h t u n g e n h i n

---

1) Zoologische Studien auf Capri. II. Lacerta muralis coerulea. Leipzig, Engelmann, 1874.

geschieht, und ich konnte auf Grund meiner Beobachtungen die Ansicht vertreten, dass es wesentlich in der Wechselwirkung zwischen der stofflichen Zusammensetzung des Körpers und äusseren Einwirkungen begründete physiologisch-chemische Ursachen seien, welche die Bildung neuer Eigenschaften der Organismen und überhaupt deren Umbildung in letzter Linie veranlassen.

Endlich gelangte ich durch die von mir festgestellten Thatsachen dazu, auch die Trennung in Arten, für welche weder Darwin, noch irgend ein Anderer nach ihm eine befriedigende Erklärung gegeben hatte, im Zusammenhang mit meinen übrigen Auffassungen auf natürliche Ursachen zurückzuführen.

Ich habe meine Ansichten in einer zweiten Schrift: Ueber das Variiren der Mauereidechse [1]) ausführlich dargelegt.

Aber es schienen sich sehr wenige Forscher auf dem Gebiete der Entwicklungslehre um die Mauereidechse und um Thatsachen zu kümmern, welche an solch gewöhnlichem Thier gewonnen, noch für Schlüsse, welche daraus gezogen sind. Möglich in der That, dass die Titel meiner Arbeiten nicht sehr einladend gewirkt haben. Ich hätte müssen den Darwinismus voranstellen und die Mauereidechse folgen lassen — vielleicht wäre die letztere dann mit zu Ehren gekommen — vielleicht — denn die Richtung der heutigen „wissenschaftlichen" Zoologie neigt nicht dahin, ganze Thiere zu berücksichtigen [2]). Was nicht mit der Nadel zerfasert und mit dem

---

1) Untersuchungen über das Variiren der Mauereidechse, ein Beitrag zur Theorie von der Entwicklung aus constitutionellen Ursachen, sowie zum Darwinismus. Archiv für Naturgeschichte. Berlin, Nicolai'sche Buchhandlung, 1881.

2) Im zoologischen Jahresbericht, herausgegeben von der zoolog. Station in Neapel, für 1881, erschienen 1883, S. 219, lese ich: „Th. Eimer hat eine sehr bedeutende und überaus lesenswerthe Abhandlung über das Variiren der Mauereidechse veröffentlicht. Die umfassende Arbeit eignet sich nicht für ein kurzes Referat, so dass

Mikrotom zerschnitten ist und was nicht das Mikroskop enträthselt hat, das findet heutzutage ausser von Seiten der ausschliesslichen Systematiker kaum Beachtung — selbst nicht in Fragen der Entwicklungslehre; denn, merkwürdig, auch die Entwicklungslehre ist in Deutschland rein dem Urtheil der Anatomie und Entwicklungsgeschichte und damit des Mikroskops, oder sie ist der Spekulation am grünen Tisch verfallen, obschon gerade Darwin, der Wiedererwecker dieser Lehre, weder jene noch diese, sondern eben nur die äusseren Formen, das Leben und die Verbreitung der Pflanzen und Thiere für seine Theorie benutzt hat.

Gleichviel — jedenfalls sind nach Veröffentlichung meiner Arbeiten verschiedene Theorien über Entwicklungslehre erschienen, welche sich um die von mir festgestellten Thatsachen nicht im mindesten kümmerten, sie gar nicht erwähnten — obschon sie ihnen zuwiderliefen — ich will nicht so weit gehen, mit Nägeli zu sagen: „weil sie dieselben nicht brauchen konnten." Auch nachdem ich in einer in der zweiten allgemeinen Sitzung der Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte zu Freiburg i/B. gehaltenen, als Anhang dieser Arbeit abgedruckten Rede meine auf Thatsachen gegründete Theorie entwickelt und nachdem ich in der Folge durch verschiedene Aufsätze im „Zoologischen Anzeiger" und in der Zeitschrift „Humboldt", abgesehen von der nachträglichen Veröffentlichung eines schon 1882 gehaltenen, im Folgenden gleichfalls wiedergegebenen Vortrags, „über die Zeichnung der Vögel und Säugethiere" [1]), diese

---

auf das Original verwiesen werden muss." — Das ist Alles, was ich von würdigender Kenntnissnahme meiner bezüglichen Arbeiten bis auf die neueste Zeit, abgesehen von Berichten im „Naturforscher" und in der „Revue der Naturwissenschaften" gelesen habe. Soeben allerdings veröffentlichte K. Düsing einen sehr verständnissvollen Bericht über dieselben im II. Band des „Kosmos" von 1886.]

1) Ueber die Zeichnung der Vögel und Säugethiere. Vortrag, gehalten auf der Versammlung des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg zu Nagold am 24. Juni 1882. Württembergische naturwissenschaftliche Jahreshefte, 1883.

Thatsachen um zahlreiche vermehrt und für meine Auffassung weitere unumstössliche Beweise beigebracht hatte, kümmerte sich um diese Thatsachen Niemand von denen, welche eigene Theorien oder Hypothesen über unseren Gegenstand aufgestellt haben.

Wie wir sehen werden, habe ich nicht entfernt Ursache, mich besonders hierüber zu beklagen. Es ist Anderen genau ebenso ergangen wie mir. Der Botaniker Nägeli wirft, wie berührt, Anderen sogar vor, sie hätten die von ihm vorgebrachten Thatsachen nicht berücksichtigt, weil sie dieselben nicht brauchen konnten.

Ich möchte mich milder dahin äussern, dass die Begründer der seit Darwin aufgestellten Theorien über Entwicklungslehre von den Bahnen Darwin's zumeist insofern abgewichen sind, als sie die Thatsachen ihren Gedanken und Meinungen anzupassen suchten, anstatt umgekehrt ihre Gedanken und Meinungen den Thatsachen anzupassen. Solche Behandlung führt, selbst ohne jeden bösen Willen, naturgemäss immer wieder von der Würdigung des widerstrebenden Thatsächlichen ab und auf sich selbst zurück — ein sich Drehen im Kreise, welches nichts sieht, was ausserhalb dieses Kreises gelegen ist. Am auffallendsten ist dieses Verfahren bei denjenigen, welche, gleich A. Wagner mit seinem „Migrationsgesetz", den ganzen Darwinismus bekämpfen, um eine Erklärung der Entwicklung an dessen Stelle zu setzen, die nur innerhalb des Darwinismus selbst, ihm untergeordnet, ihren Platz finden kann. Die von Wagner für die Entstehung der Arten als allein maassgebend angesehene räumliche Isolirung begünstigt und befördert die Abtrennung der allmälig gebildeten mannigfaltigen Formgestaltungen in Arten; aber, abgesehen davon, dass sie die Abtrennung nicht allein erklärt: ihre Wirkung kann unmöglich an die Stelle derjenigen des Nützlichkeitsprincips gesetzt werden.

Nicht eine Wirkung gilt nothwendig, viele können nebeneinander gelten.

Auf diesen Standpunkt habe ich mich von vornherein bei meiner

Untersuchung gestellt, ihn hat der Verlauf derselben, haben ihre Ergebnisse vollauf gerechtfertigt.

Nach Maassgabe der Verhältnisse bin ich veranlasst, einen Theil der von mir schon früher veröffentlichten Thatsachen, welche meiner Theorie als Grundlage dienen, im Folgenden wiederzugeben. Insbesondere sind die letzten Abschnitte solchen Thatsachen gewidmet.

Besonderer Zufall will es, dass meine Ansichten in vorliegender Frage denjenigen werther Freunde und verehrter Lehrer von mir nicht entsprechen und dass ich, will ich meine Ueberzeugung vertreten, werde versuchen müssen, dieselben zu widerlegen.

So wenig dieser Zufall mir selbst an sich angenehm ist, so sehr bin ich überzeugt, dass meine freimüthige Vertretung wissenschaftlicher Meinung von denen, welche jenes persönliche Verhältniss kennen so wenig wie von den unmittelbar Betheiligten selbst als unfreundschaftlich und undankbar wird gedeutet werden.



Erster Abschnitt.

Die neuesten auf Entwicklungslehre sich beziehenden Theorien.

Bevor ich zur Darlegung meiner eigenen Ansichten gelange, muss ich einige derjenigen Erklärungsversuche der Entwicklung der Formen kurz besprechen, welche in den letzten Jahren von Anderen aufgestellt worden sind, nämlich diejenigen von Weismann und von Nägeli. Sie sind nicht nur die neuesten solcher Versuche, sie berühren auch meine eigene Darlegung in hervorragendem Maasse.

Die von A. Weismann unter dem Namen „die Kontinuität des Keimplasma" [1]) eingeführte Vererbungstheorie ist in der letzten Zeit vielfach theils zustimmend, theils ablehnend besprochen worden [2]).

Es sucht diese Theorie die Thatsache zu erklären, dass sich die Eigenschaften der Eltern auf die Kinder in so hohem Grade vererben, und die andere, dass solche Vererbung von früheren Vor-

1) A. Weismann, Die Kontinuität des Keimplasma als Grundlage einer Theorie der Vererbung. Jena, G. Fischer, 1885. Derselbe: Zur Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften, Biolog. Centralblatt 1886, Bd. VI. No. 2.

2) Z. B. „Naturforscher", 1886, No. 1. Eimer, Deutsche Litteraturzeitung, 1886, 15. Mai. V. v. Ebner, „Ueber Vererbung", Vortrag, gehalten im Verein der Aerzte für Steiermark, 22. März 1886 (Betz Memorabilien, 2. Heft 1886). Kölliker, Die Bedeutung der Zellkerne für die Vorgänge der Vererbung, Zeitschr. f. w. Zool. 1885 und: Das Karyoplasma und die Vererbung, eine Kritik der Weismann'schen



fahren, z. B. von Grosseltern, aus, unter Ueberspringen einer oder der anderen Generation, z. B. der Eltern, unmittelbar auf Nachkommen erfolgen kann (Atavismus).

Der Erklärungsversuch Weismann's beruht auf der Annahme, dass die Keimzellen, welche die Vererbung vermitteln, unverändert aus dem Körper der Vorfahren in den der Nachkommen übergehen, dass sie ein Ganzes bilden, welches dem übrigen Körper insofern streng gegenübersteht, als es an den Veränderungen, die derselbe während des Lebens erfährt, keinerlei Antheil nimmt, dass sie somit von Generation zu Generation unverändert übertragen werden können. G. Jäger[1]) und Nussbaum[2]) hatten schon früher einen solchen unmittelbaren Zusammenhang zwischen elterlichen und kindlichen Keimzellen durch die Annahme zu erklären versucht, die kindlichen Keimzellen lösten sich gleich zu Beginn der Embryonalentwicklung oder doch jedenfalls noch vor jeder histologischen Differenzirung von den elterlichen ab. Nach Weismann — die Annahme Jäger's und Nussbaum's kommt schliesslich auf dasselbe heraus — würde die Vererbung also dadurch zu Stande kommen, dass bei jeder Vermehrung ein Theil des Keimplasma der elterlichen Eizelle beim Aufbau des kindlichen Organismus nicht verbraucht wird, sondern unverändert zurückbehalten bleibt für die Bildung der Keimzellen der folgenden Generation. Die vererbende Substanz liegt nach Weismann im Kerninhalte der Keimzellen.

Theorie von der Kontinuität des Keimplasma, ebenda 1886. Virchow, Descendenz und Pathologie, Arch. f. patholog. Anat., Bd. CIII. Kollmann, Biolog. Centralblatt, Bd. V, 1886. Virchow, Verhandlungen der Strassburger Naturforscherversammlung 1885, Rede, gehalten in der zweiten allgemeinen Sitzung dieser Versammlung.

1) G. Jäger, Lehrbuch der allg. Zoologie, Leipzig 1878, Bd. II.

2) M. Nussbaum, Die Differenzirung des Geschlechts im Thierreich. Arch. f. mikr. Anat. 1880, Bd. XVIII.

„Die Keimzellen," sagt Weismann, „entstehen in ihrer wesentlichen und bestimmenden Substanz überhaupt nicht aus dem Körper des Individuums, sondern direkt aus elterlichen Keimzellen". „Die Vererbung", so folgert er, „kommt nur dadurch zu Stande, dass ein Stoff von bestimmter chemischer und besonders molekulärer Beschaffenheit von den Keimzellen (einer Generation auf die der anderen sich überträgt. Dieser Stoff, das Keimplasma, hat seinen Sitz im Zellkern und besitzt auf Grund einer ausserordentlich zusammengesetzten Struktur die Befähigung, sich zu einem sehr zusammengesetzten Organismus zu entwickeln."

Nach der Weismann'schen Erklärung der Vererbung erscheinen die Keimzellen also nicht mehr als das Produkt des Körpers, sondern vielmehr als etwas der Gesammtheit der Körperzellen Gegenüberstehendes. „Die Keimzellen aufeinanderfolgender Generationen verhalten sich ähnlich wie eine Generationsfolge von einzelligen Wesen, welche durch fortgesetzte Theilung auseinander hervorgehen."

Die nothwendige Folge solcher Auffassung ist der Satz, dass erworbene Eigenschaften niemals vererbt werden. Mit diesem Satze steht und fällt die Lehre von der Kontinuität des Keimplasma. Ist er richtig, so können irgend welche unmittelbare äussere Einflüsse zur Entstehung von Arten niemals beigetragen haben. Die Beständigkeit der Formen wäre durch jenen Satz erklärt, die Veränderlichkeit aber bliebe, sofern nicht andere Mittel zu deren Erklärung beigebracht werden, ein grösseres Räthsel als je zuvor.

Weismann sucht nun diese Mittel in der geschlechtlichen Fortpflanzung.

Durch die Mischung der Eigenschaften, welche die geschlechtliche Fortpflanzung veranlasst, wird nach ihm zugleich — und ausschliesslich — das Material für die Entstehung neuer Arten gegeben; unter den durch die Mischung entstandenen neuen Formen

wählt der Kampf ums Dasein die passendsten zum Ueberleben und wiederum zur Fortpflanzung aus [1]).

Die grosse Bedeutung der geschlechtlichen Mischung für die Umbildung der Formen kann von Niemand verkannt werden und wurde wohl niemals verkannt. Sollte sie aber die einzige Ursache dieser Umbildung sein, so würde dies, wenn für niedere wie für höhere Organismen dieselben Gesetze gelten sollen, voraussetzen, dass alle Thiere und Pflanzen, auch die niedersten, sich jetzt und jederzeit geschlechtlich fortpflanzen und fortpflanzten, eine Voraussetzung, welche auf Grund der uns von der jetzt lebenden Organismenwelt an die Hand gegebenen Thatsachen bekanntermaassen nicht berechtigt ist und welche der allgemeinen Auffassung von der allmäligen Entwicklung und Ausbildung organischer Differenzirung widerspricht. Nun vergleicht aber Weismann die Vermehrung des fortwährend unveränderten Keimplasma der mehrzelligen Organismen mit der Fortpflanzung der einzelligen: auch bei diesen wächst dieselbe Substanz fort und fort und neue Individuen entstehen nur dadurch, dass sie sich von Zeit zu Zeit theilt. Das Keimplasma der mehrzelligen Organismen entspräche also dem ganzen Körper einzelliger. Es bestreitet Weismann nicht, dass die einzelligen Wesen auf Grund direkten Einflusses äusserer Einwirkungen abändern — er schreibt denselben vielmehr diese Fähigkeit durchaus zu. Aus dieser einmal gegebenen erblichen individuellen Variabilität leitet er „die der Metazoën und Metaphyten [2]) ab und zwar so, dass dieselbe durch die inzwischen allgemein gewordene geschlechtliche Fortpflanzung verewigt, gesteigert und immer wieder neu kombiniert wurde". Demnach ist nach Weismann der Gegensatz zwischen den Ein-

1) A. Weismann, Die Bedeutung der geschlechtlichen Fortpflanzung für die Selektionstheorie. Rede, gehalten auf der Naturforscherversammlung zu Strassburg 1885, und: Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selektionstheorie, Jena, G. Fischer, 1886.

2) d. i. der vielzelligen Thiere und Pflanzen.

zelligen und dem Keimplasma der Mehrzelligen doch ein grundsätzlicher — für jene gelten andere Gesetze als für dieses.

Gegen die Auffassung Weismann's von der Bedeutung des Keimplasma für die Vererbung scheint aber von vornherein besonders Folgendes zu sprechen.

Bekanntlich vermögen sich sogar höher stehende Thiere und Pflanzen durch einfache Theilung, bezw. durch Ableger zu vermehren [1]). Das aus ihnen hervorgegangene Ganze hat die Eigenschaften desselben Thieres, bezw. derselben Pflanze, welche ein anderes Mal aus einem Keim hervorgegangen sind — ein Beweis dafür, dass die die Vererbung bedingende Substanz nicht nur im Keimplasma ihren Sitz haben und dass sie nicht etwas von anderen Theilen des betreffenden Organismus durchaus Verschiedenes sein kann.

Wenn ferner Weismann die Ansicht äussert, nur durch seine Theorie finde die geschlechtliche Trennung überhaupt eine Erklärung, so ist dem doch wohl entgegenzuhalten, dass solche Erklärung 1) durch die Bedeutung der Verhinderung der Inzucht, 2) durch die Bedeutung der Arbeitstheilung gewiss gegeben ist.

Der Widerspruch Weismann's gegen die Vererbung erworbener Eigenschaften scheint mir von ihm selbst verlassen durch Anerkennung der Vererbung von während des Lebens erworbenen **Anlagen** (Prädispositionen) zu neuen Eigenschaften. In einer Aeusserung über die Frage [2]) habe ich bemerkt, dass jede solche Anlage doch besondere molekuläre Eigenthümlichkeiten des Keimplasma voraussetzt.

„Nehmen wir", sagte ich, „an, dass alle Lebewesen sich aus einander entwickelt haben, so muss auch auf Grund der Weismann'schen Auffassung anerkannt werden, dass die Prädisposition zur Erwerbung von Eigenschaften, dass somit die molekuläre Be-

1) Vergl. u. A. V. v. Ebner a. a. O.

2) Deutsche Litteraturzeitung vom 15. Mai 1886.

schaffenheit des Keimplasma im Lauf der Zeiten grosse Veränderungen erfahren hat; es handelt sich auch bei der Prädisposition um im Lauf der Zeiten erworbene und vererbte Eigenschaften".

Ferner giebt Weismann einen geringen Grad von vererblicher äusserer Einwirkung auf das Keimplasma zu.

Hervorragendes Gewicht legt Weismann darauf, dass eine Vererbung von während des Lebens erworbenen Verletzungen nicht nachgewiesen sei.

Dass während des Lebens erworbene Verletzungen sich nur selten auf die Nachkommen vererben werden, scheint mir nicht wunderbar: die seit ungeheuer langen Zeiträumen eingewurzelte, durch Vererbung immer wieder befestigte Gesammtbildung und Gesammtthätigkeit des Organismus wird solche je nur einmal aufgetretenen, nicht wiederholten Verletzungen zumeist an den Nachkommen sofort wieder ausgleichen. Ja, es gibt solche Verletzungen, welche, obschon sie von jeher immer wiederholt worden sind, doch niemals vererbt werden. Dahin gehört z. B. die Zerstörung des Hymen des Weibes.

In solchen Fällen müssen wir eine auf den betreffenden Theil gerichtete, im Gesammtorganismus begründete besonders wirksame Macht correlativer Thätigkeit [1]) voraussetzen — dieselbe ausgleichende Thätigkeit, welche bei niederen Thieren schon während des Lebens zum Nachwachsen (Regeneration) verloren gegangener, bezw. künstlich entfernter Theile führt [2]). Diese Fälle beweisen aber nicht, dass

---

1) Correlation oder Bezüglichkeit: die Thatsache, dass die Eigenschaften der Lebewesen untereinander in Beziehung stehen, so dass eine durch die andere bedingt wird.

2) Je unvollkommener die Thiere ausgebildet sind, d. i. je tiefer ihre Organisation, je weniger Arbeitstheilung in letzterer durchgeführt ist, um so leichter werden sich Verletzungen ausgleichen, wie man denn ja sogar zahlreiche niedere Thiere in Stücke schneiden kann mit dem Erfolge, dass die Stücke wieder zu vollkommenen Thieren heranwachsen, ganz wie viele Pflanzen. (Man vergleiche hiezu den Anhang:

Verletzungen überhaupt nicht vererbt werden; sie beweisen nicht, dass auch Verletzungen sich nicht vererben, welche längere Zeit hindurch wiederholt würden. Man hat bis jetzt auf die Feststellung der Vererbung von Verletzungen überhaupt noch kaum Gewicht gelegt. Einzelne Fälle von Vererbung selbst einmaliger Verletzungen scheinen mir aber doch sicher zu sein. Ich komme auf dieselben zurück.

Im Uebrigen kann es, wie ich meine, als Thatsache erwiesen werden, dass erworbene Eigenschaften sich vererben.

Das Keimplasma kann meiner Ansicht nach unmöglich unberührt bleiben von den Einflüssen, welche während des Lebens auf den Organismus als Ganzes einwirken. Ein solches Unberührtbleiben erschiene als ein physiologisches Wunder, schon auf Grund der gegebenen morphologischen Verhältnisse des thierischen Eies und Samens und ihrer Beziehungen zu den Ernährungseinrichtungen des Gesammtkörpers[1]), als ein Wunder, das nicht minder unerklärlich sein würde wie der Atavismus, abgesehen von der Weismann'schen Theorie, es bis dahin noch zu sein scheint.

Es ist meiner Ansicht nach nicht die geschlechtliche Mischung allein, welche zusammen mit der Anpassung die Umbildung der Formen bedingt, vielmehr beruht die geschlechtliche Trennung selbst auf erworbenen und vererbten Eigenschaften.

Uebrigens ist es meine Aufgabe an dieser Stelle nicht, die Theorie Weismann's mit allen Gründen zu widerlegen; solche Gründe werden sich weiter im Folgenden ergeben.

Rede über den Begriff des thierischen Individuum.) Die Vererbung von Verletzungen ist somit für die Frage von der Vererbung überhaupt nur von bedingtem Werthe.

1) Ich habe selbst solche ganz hervorragende Einrichtungen zur Ernährung thierischer Eier beschrieben. Vgl. meine Arbeiten über die Eier der Reptilien, Vögel und Fische im Archiv f. mikr. Anat. Bd. VIII 1872.

Eine der Weismann'schen im Wesentlichen entgegengesetzte Theorie über die Ursachen der Umbildung der organischen Formen, bezw. über die Entstehung der Arten hat Nägeli aufgestellt unter der Bezeichnung „mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre“ [1]).

Nach ihm bewirken innere, in der Beschaffenheit der organischen Substanz gelegene Ursachen die Umänderung der „Sippen“ (Individuen, Arten, Familien etc.) nach bestimmten Richtungen. Solche „innere Ursachen“ müssen nach Nägeli schon deshalb nothwendig angenommen werden, weil die Umänderungen oder Abänderungen der Sippen eben nach bestimmten Richtungen geschehen, nicht regellos sind. Die inneren Ursachen bewirken eine stetige Veränderung der Sippen innerhalb bestimmter Richtungen „zum Vollkommneren, d. i. zum Zusammengesetzteren“. Es wachsen die Sippen gleichsam zum „Vollkommneren“ heran. Deshalb bezeichnet Nägeli seine inneren Ursachen auch als „Vervollkommnungsprincip“. „Minder Weitsichtige“, sagt er, „haben darin Mystik finden wollen. Es ist aber mechanischer Natur und stellt das Beharrungsgesetz im Gebiet der organischen Entwicklung dar.“ „Sowie die Entwicklungsbewegung einmal im Gange ist, kann sie nicht stille stehen und sie muss in ihrer Richtung beharren“.

Unter dem Vollkommneren versteht also Nägeli zusammengesetzteren Bau, grössere Theilung der Arbeit. Von dieser Organisationsvollkommenheit ist zu unterscheiden die „Anpassungsvollkommenheit“, „welche auf jeder Organisationsstufe sich wiederholt und welche in derjenigen unter den jeweiligen äusseren Verhältnissen vortheilhaftesten Ausbildung des Organismus besteht, die mit seiner Zusammensetzung im Bau und mit seiner Theilung der Funktionen verträglich ist“.

---

1) C. v. Nägeli, Mechanisch-physiologische Abstammungslehre. München und Leipzig. 1884.

Die Vervollkommnung des Baues und die Arbeitstheilung schreiten also nach dieser Auffassung innerhalb bestimmter Richtungen unaufhaltsam fort, auf Grund gesetzmässiger mechanischer Selbstthätigkeit der lebenden organischen Substanz, und dieser Gang der Dinge wird nur dadurch beeinflusst, dass die jeweiligen äusseren Verhältnisse durch Vermittelung der Anpassung die im Kampf um's Dasein nützlichsten Bildungsrichtungen begünstigen.

Das Fortschreiten zur Vervollkommnung aus sich heraus ist somit nach Nägeli eine Eigenschaft der lebenden organischen Substanz.

Aber wie das von aller äusserer Einwirkung unbeeinflusste Weismann'sche Keimplasma allmälig aufgebraucht werden müsste, so müssten, meine ich, nach dem Nägeli'schen Vervollkommnungsprincip, weil es ja ständig und so lange schon wirkte, als es überhaupt lebende Wesen gibt, die niedersten vor Jahrmillionen entstandenen Lebewesen längst in höhere verwandelt sein — es könnte jedenfalls sehr niedere, einfache Lebewesen heute gar nicht mehr geben. Deshalb wohl erklärt Nägeli, nicht allein, dass die Entstehung des Organischen aus dem Unorganischen eine Folge der Erfahrung und des Experiments, und eine aus dem Gesetze der Erhaltung von Kraft und Stoff folgende Thatsache sei (die Urzeugung leugnen, sagt er, hiesse das Wunder verkünden — ein Satz, dem, abgesehen von der Verwendung des Wortes „ist eine Thatsache", nicht widersprochen werden soll), er erklärt deshalb, dass die Urzeugung heute noch stattfindet: „Auch später und jetzt noch muss Urzeugung überall stattfinden, wo die Verhältnisse die nämlichen sind wie in der Urzeit ... Unter den jetzt lebenden Wesen giebt es keine, welche durch Urzeugung entstanden sein könnten" — die niedersten lebenden Pflanzen haben schon eine Zellmembran und die Moneren können sicher nicht allein, d. h. ohne die Zersetzungsprodukte anderer Organismen leben, wie das für durch Urzeugung entstandene Organismen der Fall sein muss. „Die Wesen, die einer spontanen Entstehung fähig sind, kennen

wir also noch nicht. Sie müssen eine noch einfachere Beschaffenheit haben als die niedrigsten Organismen, welche uns das Mikroskop zeigt" — sie könnten auch „unter der mikroskopisch erkennbaren Grösse sich befinden". Das durch Urzeugung entstehende organische Wesen kann nur ein Tröpfchen von homogenem Plasma sein, „das blos aus Albuminaten ohne Beimengung von anderen organischen Verbindungen als den Nährstoffen, ohne äussere Formbildung und ohne Gliederung besteht und durch die unorganischen oder einfachen organischen Verbindungen, aus denen es selbst entstanden ist, sich vergrössert und ernährt". „Die Urzeugung setzt also eine spontane Bildung von Albuminaten voraus." Wahrscheinlich finde die spontane Eiweissbildung jetzt noch statt „in der benetzten oberflächlichen Schicht einer porösen Substanz (Lehm, Sand), wo die Molekularkräfte der festen, flüssigen und gasförmigen Körper zusammenwirken", begünstigt durch einen bestimmten Wärmegrad, „so dass sie jetzt noch in wärmeren Klimaten sowie in der wärmeren Jahreszeit kälterer Gebiete geschehen kann."

Nägeli vertritt mit Weismann die Ansicht, dass äussere Einwirkungen, dass insbesondere klimatische und Ernährungsverhältnisse auf die Umbildung der Arten keinen Einfluss haben. Er stützt sich dabei auf Versuche, welche er mit Pflanzen gemacht, indem er sie unter solche veränderte Bedingungen gebracht hat, ohne dass dieselben irgendwelche Bedeutung für die Entstehung von Varietäten gehabt hätten [1]).

Während also nach Nägeli die Ernährungseinflüsse höhere Organismen in sehr langen Zeiträumen nicht zu verändern vermögen, nimmt er doch an, dass eine solche Veränderung bei den

---

1) C. Nägeli, „Ueber den Einfluss der äusseren Verhältnisse auf die Varietätenbildung im Pflanzenreiche". Sitzungsb. d. math.-phys. Klasse d. K. bayer. Akad. d. Wissensch. zu München, 18. Nov. 1865, und: Das gesellschaftliche Entstehen neuer Species. Ebendaselbst 1. Febr. 1873.

niedersten Lebewesen geschehe. Da die niedersten Lebewesen durch Urzeugung unter verschiedenen Bedingungen und an verschiedenen Orten entstehen, so müssen sie auch verschieden beschaffen sein. Somit ist der weitere Schluss gegeben, dass „die organischen Reiche ihren Ursprung nicht mit einem einzigen Organismus, sondern mit vielen nehmen, die aber noch wenig von einander abweichen“. Die Erklärung für diese wichtige Verschiedenheit, durch deren Annahme auch Nägeli seine Anerkennung der Unvererblichkeit erworbener Eigenschaften nicht nur einschränkt, sondern in den Grundfesten offenbar erschüttert, wird gesucht in der weiteren Voraussetzung, dass das Idioplasma der höheren Formen „durch erdperiodenlange Ausbildung festgeordnet sei, und zwar mit Rücksicht auf jene verschiedenen Einflüsse, während in der einleitenden Periode der Urzeugung die bestimmte Ordnung erst gesucht, und daher auch von Allem mitbestimmt wird, was die molekulären Anziehungen und Bewegungen modificirt.

Nägeli schliesst nämlich wie Weismann, dass es eine bestimmt geformte, feste Substanz sein müsse, welche den Specialcharakter und die specifische Entwicklung eines Organismus bedingt, und dass diese ihre Formgestaltungen einem von ihr abhängigen, passiven, die Hauptmasse des Körpers bildenden Ernährungsplasma aufzwinge. Diese Substanz nennt er Idioplasma. Er verlegt sie aber nicht, wie Weismann sein Keimplasma, in die Zellkerne allein, sondern er fasst sie auf als ein Netz oder ein Gerüst, welches den ganzen Körper von Zelle zu Zelle durchzieht. Das Idioplasma ist es nun, welches sich von Generation zu Generation aus inneren Ursachen verändern und so, ohne wesentlichen Einfluss der zufälligen Abänderung und der Auslese, ganz neue Formen hervorbringen soll.

Nägeli führt uns somit im Grunde auf den Standpunkt der Lebenskraft zurück, angewendet auf die Umbildung der Formen, auf die Entwickungslehre, und sucht das Nützlichkeitsprincip grösserer Bedeutung zu entkleiden.

Das Nägeli'sche Vervollkommnungsprincip soll demnach grössere Zusammensetzung und Arbeitstheilung der Formen nach bestimmten Richtungen hin bewirken. Ist diese Umbildung einmal im Gange, so geht sie „mit mechanischer Nothwendigkeit in der eingeschlagenen Richtung fort. Denn wenn vermöge des geschaffenen Anfangs eine Generation Nachkommen erzeugt, die in einer Beziehung über sie selber hinausgehen, so müssen nach dem Beharrungsgesetz die Nachkommen dieser Nachkommen um einen weiteren Grad verändert sein, und die Ausbildung muss so weit gehen, als es die Natur der Verhältnisse erlaubt". Darüber hinaus tritt die Anpassung in Wirksamkeit.

Wir haben also nach Nägeli als mechanische Ursachen für die Entwicklung der organischen Reiche „die Beharrung in der Vervollkommnung vom Einfacheren zum Zusammengesetzteren und ferner die bestimmten Wirkungen der äusseren Verhältnisse auf die Anpassung".

„Die Concurrenz mit Verdrängung der Lebewesen ist es, welche in dem Reiche der bestimmt gerichteten Vervollkommnungs- und Anpassungsveränderung sippenscheidend und sippenumgrenzend wirkt, aber nicht sippenbildend: kein einziger phylogenetischer Stamm verdankt ihr das Dasein, aber die einzelnen Stämme treten durch Verdrängung der zwischenliegenden deutlicher und charakteristischer hervor."

... „Noch besser können wir das Pflanzenreich einem grossen, von der Basis an verzweigten Baume vergleichen, an welchem die Enden der Zweige die gleichzeitig lebenden Pflanzenformen darstellen. Dieser Baum hat eine ungeheuere Triebkraft und er würde, wenn er sich ungehindert entwickeln könnte, ein unermessliches Buschwerk von zahllosen, verworrenen Verzweigungen sein. Die Verdrängung schneidet als Gärtner ihn fortwährend aus, nimmt ihm Zweige und Aeste und gibt ihm ein gegliedertes Aussehen mit deutlich unterscheidbaren Theilen. Kinder, die den Gärtner täglich an der Arbeit sehen, könnten wohl meinen, dass er die Ursache

sei, warum sich Aeste und Zweige bilden. Gleichwohl wäre der Baum, ohne die ewigen Nergeleien des Gärtners, allein noch viel weiter gekommen, zwar nicht in die Höhe, wohl aber an Umfang, an Reichthum und Manchfaltigkeit der Verzweigung."

„In der Vervollkommnung (Progression) und Anpassung liegen die mechanischen Momente für die Bildung des Formenreichthums, in der Concurrenz mit Verdrängung oder in dem eigentlichen Darwinismus nur das mechanische Moment für die Bildung der Lücken in den beiden organischen Reichen."

Die Theorie Nägeli's sucht somit vorzüglich zwei Punkte zu erklären, welche diejenige Weismann's unerklärt lässt, nämlich den Beginn der Bildung von Eigenschaften und die Thatsache des Abänderns nach bestimmten Richtungen. Indessen scheint mir Nägeli's Auffassung so viel mehr auf scharf durchdachten Annahmen als auf Thatsachen zu beruhen, dass ihr eher die Bezeichnung einer materialistisch-philosophischen, denn einer mechanisch-physiologischen Theorie zukommen dürfte.

Zweiter Abschnitt.

Das organische Wachsen der Lebewelt.

Seit Jahren habe ich selbst an der Hand von Untersuchungen über das Abändern von einzelnen Thierarten, insbesondere in Beziehung auf die Zeichnung der Thiere, Ansichten über die letzten Ursachen der Entstehung der Arten gewonnen und ausgesprochen[1]), welche mit derjenigen von Weismann wie mit der von Nägeli im Wesentlichen in Widerspruch stehen, während sie im Einzelnen wiederum mit jeder von ihnen übereinstimmen.

Was die Uebereinstimmung angeht; so habe ich vom zoologischen Standpunkte aus, wie schon bemerkt, darauf hingewiesen und mit Nachdruck betont, dass das Abändern der Arten nicht nach beliebigen Richtungen, regellos, sondern dass es stets nach bestimmten und zwar bei jeder Art in gegebener Zeit nach wenigen Richtungen hin stattfindet.

---

1) Th. Eimer, Zoologische Studien auf Capri II. Lacerta muralis coerulea, ein Beitrag zur Darwin'schen Lehre. Leipzig, Engelmann 1874. Untersuchungen über das Variiren der Mauereidechse, ein Beitrag zur Theorie von der Entwicklung aus constitutionellen Ursachen, Archiv für Naturgeschichte (und selbstständig) Berlin, Nicolai 1881. Ueber den Begriff des thierischen Individuum, Rede, gehalten in der zweiten allgemeinen Sitzung der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Freiburg i/B. 1883. Ferner meine Aufsätze: Ueber die Zeichnung der Thiere im Zoolog. Anzeiger 1882. 1883. 1884 und (mit Abbildungen) in der Zeitschrift „Humboldt" 1885. 1886. Sodann: Ueber die Zeichnung der Vögel und Säugethiere,



Ferner trat ich, wie gleichfalls schon in der Einleitung berührt, gegen die frühere, später von Darwin selbst aufgegebene Ansicht dieses grossen Naturforschers auf, es müsse jede Eigenschaft, welche an einem Organismus vorkomme, diesem entweder jetzt nützlich oder doch zu irgend einer Zeit einmal nützlich gewesen sein, und hob dagegen die grosse Bedeutung indifferenter Eigenschaften hervor. Ich sagte damals — zu einer Zeit, als das Darwin'sche Nützlichkeitsprincip in Deutschland unter den Zoologen noch ausschliesslich herrschend war[1]: „Es werden

1) aus inneren Ursachen Organisationsverhältnisse entstehen, gleichsam auskrystallisiren können, welche dem Organismus ebenso nützlich sind, als wenn sie durch den Kampf ums Dasein entstanden wären. In diesem Falle werden die Anforderungen des Nützlichkeitsprincips zufällig von dem Produkte der Entwicklung aus inneren Ursachen erfüllt und dessen Bedeutung bleibt daher ungeschmälert.

2) Es können aus inneren Ursachen für das Fortkommen des Organismus indifferente und

3) sogar schädliche Eigenschaften entstehen . . . . Mit schädlichen Eigenschaften behaftete Organismen können sich aber nur dann erhalten und werden nur dann ihre Eigenthümlichkeiten durch Generationen vererben können, wenn jene im Vergleich zu den ihnen eigenen nützlichen nicht in Betracht kommen oder sofern sie in Correlation stehen mit anderen, die nützlicher sind, als sie selbst schädlich."

Somit nahm ich schon damals (1874) als wesentliches Mittel zur Umbildung der Arten vom Darwin'schen Nützlichkeitsprincip unabhängige Ursachen an, zugleich aber betonend, dass selbstverständ-

---

Vortrag, gehalten auf der Versammlung des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg zu Nagold 1882 in: Württb. naturw. Jahreshefte 1883.

1) Lacerta muralis coerulea, 1874.

lich keine Formgestaltung bestehen könne, welche jenem Principe unbedingt widerspreche.

Statt des Ausdruckes „innere Ursachen“ brauchte ich später den anderen „constitutionelle Ursachen“, um anzudeuten, dass ich die Ursachen der Formumbildung nicht etwa in einem der „Lebenskraft“ entsprechenden, treibenden Urgrund suche, sondern vielmehr in durch die stoffliche Zusammensetzung des Körpers bedingten physikalischen und chemischen Vorgängen.

Was ich früher „innere Ursachen“ nannte, hat also mit den inneren Ursachen-Nägeli's, wie sich allerdings erst aus dessen neuester Darstellung zweifellos ergibt, nichts zu thun und ich werde in Zukunft diesen Ausdruck vermeiden.

Grundursachen der Manchfaltigkeit der organischen Formgestaltung.

Nach meiner Auffassung sind die physikalischen und chemischen Veränderungen, welche die Organismen während des Lebens durch die Einwirkung der Umgebung, durch Licht oder Lichtmangel, Luft, Wärme, Kälte, Wasser, Feuchtigkeit, Nahrung u.s.w. erfahren, und welche sie vererben, die ersten Mittel zur Gestaltung der Manchfaltigkeit der Organismenwelt und zur Entstehung der Arten. Aus dem so gebildeten Material macht der Kampf ums Dasein seine Auslese. Jene Veränderungen äussern sich aber einfach als Wachsen.

Wie die Individuen wachsen, so ist die ganze Formenwelt der Organismen aus einfachen Anfängen herangewachsen.

Um das im Zusammenhang heranwachsende Ganze in Theile, in Arten zu trennen, dazu bedurfte und bedarf es besonderer, später zu behandelnder Mittel. Sehen wir von der Nothwendigkeit dieser Trennung im Folgenden zunächst ab.

Wärme, Luft, Licht, Feuchtigkeit, Nahrung bedingen das Wachsen der Einzelwesen, erscheinen vor unseren Augen als die mächtigsten, die Manchfaltigkeit der Formgestaltung der Lebewesen bedingenden Triebkräfte. Sie bedingen das Wachsen durch die physikalische und chemische Aenderung der lebenden organischen Masse, des Plasma, durch Bildung neuer und zusammengesetzterer Verbindungen.

Da die äusseren Verhältnisse nicht stets dieselben blieben, sondern im Laufe der Zeiten auf unserer Erde wechselten und da sie auch jetzt örtlich verschieden sind, so dass ein und derselbe Organismus an verschiedenen Stellen der Erde, an verschiedenen Wohnorten auch derselben Gegenden der Erde verschiedenen äusseren Einwirkungen ausgesetzt ist, so ergibt sich als ganz selbstverständliche Folge physikalisch-chemischer Umbildung im Organismus Verschiedenheit des Wachsthums und damit der Formgestaltung.

Gleichwie in der anorganischen Natur aus verschiedenen Mutterlaugen verschiedene Krystalle ausschiessen, wie sogar einfacher mechanischer Anstoss dimorphe Krystallbildung erzeugen kann, so krystallisiren, wie ich mich ausdrückte, im Laufe der Zeiten gewissermaassen verschiedene organische Formen aus ursprünglich gleicher Masse heraus. Nur arbeitet der Organismus mit viel zusammengesetzterem Stoff, mit viel manchfaltigeren Verbindungen. Die grössere Feinheit und Manchfaltigkeit der organischen Processe bedingt andere und manchfaltigere Formen der organischen Welt.

Aber gerade **weil** die organische Formgestaltung auf physikalisch-chemischen Vorgängen beruht, ist sie ebenso wie die Form der unorganischen Krystalle eine **bestimmte** und wird auch bei der Neubildung nur einzelne **bestimmte Richtungen** einschlagen können.

Wenn solche neue Eigenschaften, welche einfach auf verändertes Wachsthum zurückzuführen sind, in einer Gruppe von Individuen, indem sie sich stets vererbten und vererben, bleibend werden, und

wenn diese Gruppe auf irgend welche Weise die Verbindung mit den übrigen Verwandten verloren hat, indem die Zwischenformen verloren gingen, spricht man von Arten.

Neue, veränderte Formbildungen erscheinen demnach in der Abart und Art als Ausdruck veränderten Wachsthums.

Mit anderen Worten: Die Entstehung der Arten unterliegt ganz denselben Gesetzen wie einfaches Wachsen: sie ist die Folge unendlichen, unter veränderten Bedingungen stattfindenden, ungleichartigen Wachsthums der Organismenwelt unter der Voraussetzung der bleibenden Trennung ungleichartiger Glieder der wachsenden Kette dieser Organismenwelt.

Fortpflanzung und individuelle Entwicklung beruhen gleicherweise auf den Gesetzen des Wachsens.

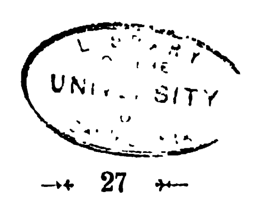
Fortpflanzung als organisches Wachsen. Ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung.

Die Besonderheit der Fortpflanzung gegenüber dem individuellen Wachsen besteht nur darin, dass vom Ganzen losgelöste Theile unter gewissen Bedingungen weiter wachsen.

Es ist eine Grundeigenschaft des Organismus, dass er als Ganzes sich verbraucht, dass er als Ganzes untergehen, sterben, eine andere, dass er während seines Lebens fortwährend sich ernähren, ergänzen und theilweise erneuern muss. Er erhält sein Geschlecht, er lebt fort durch Theilung bezw. durch Abschnüren von Theilen, welche weiter wachsen.

So ist auch eine Grundeigenschaft des Organismus die Fortpflanzung.

Jene nothwendige Ergänzung und Erneuerung findet ihren vollendetsten Ausdruck in der geschlechtlichen Mischung. Denn die



Anfänge der geschlechtlichen Mischung müssen in der Conjugation [1]) gesucht werden, wie sie bei niederen Organismen stattfindet. Und diese Anfänge weisen hin auf einfache gegenseitige Ergänzung des Ernährungszustandes der betreffenden Organismen.

Allmälig ist aus solcher Conjugation, welche ursprünglich zwei „geschlechtlich“ völlig gleichwerthige Individuen übten, auf Grund der Vortheile der Arbeitstheilung und der Verhinderung der Inzucht die geschlechtliche Trennung hervorgegangen.

Ein tieferer Unterschied zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Vermehrung kann nicht bestehen.

Ja selbst die Verbindung von Samen und Ei ist als eine Art fortgesetzter Conjugation zu betrachten, denn Ei und Samen sind als auf ungeschlechtlichem Wege vom Organismus sich loslösende Theile, physiologisch als Knospen desselben aufzufassen. Die folgende geschlechtliche Vermischung und Vermehrung lässt den Gesammtvorgang der sogenannten geschlechtlichen Vermehrung, in diesem Lichte angesehen, als eine Art Generationswechsel erscheinen: die Zelle Samenfaden als Mikroorganismus conjugirt sich mit der Zelle Ei als Mikroorganismus. Und zwar sind die bei dieser Conjugation stattfindenden Vorgänge im Wesentlichen ganz ähnlich den bei der Conjugation z. B. von Infusorien bekannten: auch hier verbindet sich das männliche Element (nucleolus = männlicher Kern, Samenkern) mit dem weiblichen (nucleus = weiblicher Kern, Eikern) zu einem neuen Kern unter Ausscheidung eines Theils des weiblichen Kerns. Diese Erneuerung des Infusorienkerns leitet, wie die des Eikerns der geschlechtlich sich fortpflanzenden Thiere und Pflanzen, die Vermehrung ein. Denn man weiss jetzt, dass die Befruchtung allgemein beruht auf der durch Vereinigung von Samen-

---

1) Vorübergehendes sich Aneinanderlegen zweier einzelliger, nicht äusserlich verschiedener Wesen — offenbar unter Austausch von Stoffen — oder Verschmelzen zweier solcher Wesen, jedesmal mit nachfolgender Vermehrung.

und Eikern bedingten Erneuerung der letzteren, wie bei den Infusorien unter Hinauswerfen eines Theils desselben.

Das Wesen von Samenfaden und Ei besteht darin, dass sie je die Summe der Eigenschaften des Körpers vom männlichen bezw. weiblichen Wesen, welches sie trägt, in homöopathischer Verdünnung enthalten oder, wie man sich ausdrückte, ein Extrakt jener Körper — gerade so wie zwei Zellen, welche bei ungeschlechtlicher Vermehrung aus einer einzigen durch Theilung hervorgehen, deren Stoff auf sich vertheilt enthalten werden, oder wie die von der Hydra sich loslösende Knospe oder die zur Vermehrung der Art sich loslösende Pflanzenknospe stofflich ebenso zusammengesetzt ist wie ihre Erzeuger es sind.

Nach dieser Auffassung hat die Fortpflanzung überhaupt die Aufgabe, durch Ergänzung des Ernährungszustandes zweier Organismen deren unendliches Wachsen zu ermöglichen. Somit muss es von vornherein unthunlich erscheinen, den Zweck der geschlechtlichen Mischung ausschliesslich in der Bildung von Arten zu suchen.

Individuelle Entwicklung als organisches Wachsen.

Auch die individuelle Entwicklung oder Ontogenie ist ein — unter besonderen Bedingungen stattfindendes — abgekürztes phylogenetisches Wachsen. Noch heute entwickeln sich die höchsten Lebewesen aus einfachen Zellen, wachsen gewissermaassen aus ihnen heran, wiederholen in ihrer Entwicklung Wachsthumsstufen der organischen Welt. Die in der Entwicklung der Einzelwesen, der Ontogenie, stattfindende Wiederholung der Stammesgeschichte, der Phylogenie, besteht zugleich in der gedrängten, abgekürzten Vorführung der von der Gesammtheit der Vorfahren des sich entwickelnden Individuum erworbenen und bis zu ihm vererbten Eigenschaften — die Phylogenie ist die mechanische Ursache der Ontogenie.

Wenn die Organismenwelt ein Ganzes ist, so müssen für das Ganze wie für alle Glieder dieselben Grundgesetze gelten — also auch das Gesetz des Wachsens.

Wenn alle Glieder der Organismenwelt unmittelbar oder mittelbar verwandtschaftlich zusammenhängen, aus einander hervorgegangen sind, wenn nach dem biogenetischen Gesetz die Entwicklung eines jeden Einzelwesens darauf beruht, darin besteht, dass es durch die Stufen, welche seine Ahnenreihe darstellt, heranwächst, wenn es so von der Zelle bis zum Wirbelthier z. B. heranwächst, so ist, vorausgesetzt, dass diese individuelle Entwicklung morphologisch und physiologisch eine Wiederholung der Stammesentwicklung darstellt, schon eben durch das biogenetische Gesetz der Beweis geliefert, dass selbst die höchsten Organismen, dass die Welt der Organismen überhaupt im Lauf der Zeiten aus Zellen herangewachsen ist.

Ist also die Organismenwelt ein Ganzes, wie die Naturforschung jetzt annimmt, und ist sie ein Herangewachsenes, wie ich hier beweisen will, so stellen sich weiter zwei wichtige Fragen, nämlich:

1) Welche Ursachen haben eine Trennung dieser Organismenwelt, deren Formen doch eigentlich in ununterbrochenem Zusammenhang stehen, durch unmerkliche Uebergänge verbunden sein müssten, in verschiedene Glieder, in Sippen — in Arten, Gattungen u. s. w. hervorgebracht?

2) Welche Ursachen bewirkten, dass eine jede gegebene höchste Art einer Gruppe von verwandten Arten — gabeliger Stammbaum vorausgesetzt — um eine Stufe weiter gewachsen ist als ihr nächster Vorgänger?

Ich will zunächst die erste dieser Fragen zu beantworten suchen. Weder Darwin noch irgend ein anderer Forscher hat dies, wie schon in der Einleitung bemerkt wurde, in befriedigender Weise gethan, ja man hat bisher kaum ernstlich Hand an diese Frage gelegt und doch steht sie an Wichtigkeit der allgemeinen

Frage nach den Ursachen der Entwicklung gleichberechtigt da — erst mit ihrer Lösung haben wir eine Erklärung für die Entstehung der Arten im eigentlichen Sinne des Wortes.

Im Uebrigen steht somit meine „Theorie des organischen Wachsens der Lebewelt“ schon nach dem Mitgetheilten in voller Uebereinstimmung mit anderen Thatsachen und begründeten Ueberlegungen. Ausserdem mag der Umstand für sie sprechen, dass sie so einfach ist, wie etwas Wahres sein muss. Diese Einfachheit dürfte aber gerade die Ursache davon sein, dass bisher kein Vertreter der Entwicklungslehre das Wort gefunden hat, sie auszusprechen. Eine Frage, welche von so ausserordentlicher Tragweite ist, schien mit ausserordentlichen Mitteln gelöst werden zu müssen. Vielleicht wird man auch meine Auffassungen, nachdem sie die erste übliche Stufe der Kritik: sie seien unbegründet, überwunden haben, in die zweite übliche vorrücken lassen und sagen, sie seien längst ausgesprochen und bekannt und dann in die dritte — sie seien selbstverständlich. Ich hoffe mich der dritten Stufe einst zu freuen und werde mich ihrer freuen, auch wenn unter dem „selbstverständlich“ die Anerkennung meiner eignen Kunst leiden sollte. Die zweite aber möchte ich abkürzen helfen, indem ich die Verdienste Anderer ausdrücklich hervorhebe, zugleich damit auch die Unterschiede zwischen ihren und meinen Ansichten behandelnd[1]).

Trennung der organischen Formenwelt in Arten. — Genepistase.

Ich habe diesen Gegenstand in verschiedenen zoologischen Fachschriften, besonders in meiner Abhandlung „Ueber das Variiren der Mauereidechse“, sodann in den Reden „Ueber die Zeichnung der Vögel und Säugethiere“ und „Ueber den Begriff des thierischen Individuum“ behandelt und im Wesentlichen gezeigt, dass:

---

1) Man vergleiche in dieser Beziehung besonders auch den Abschnitt über Lamarckismus.

1) die nach einer bestimmten Richtung fortschreitende Entwicklung einer Eigenschaft — nehmen wir als Beispiel die Entstehung von schönen Augenflecken auf der Haut eines Thieres [1]) — bestimmte, ganz regelmässige Stufen zeigt — im gegebenen Falle z. B. a) der Längsstreifung, b) schwarzer Fleckung, c) schwarzer Ringbildung, d) der Entstehung des farbigen Kerns. Diese Stufen folgen während der Ausbildung des Thieres aufeinander. Mit anderen Worten: es wird die ganze Reihe von Umbildungen bei jeder individuellen Entwicklung wiederholt.

2) dass, wo neue Eigenschaften auftreten, zuerst die Männchen und zwar die kräftigen, alten Männchen sie erwerben, dass dagegen die Weibchen stets auf einer jugendlicheren, niedrigeren Stufe stehen bleiben und dass die Männchen diese neuen Eigenschaften auf die Art übertragen (Gesetz der männlichen Präponderanz).

3) dass das Auftreten neuer Eigenschaften stets an bestimmten Theilen des Körpers, vorzüglich hinten, erfolgt und während der Entwicklung — mit dem Alter — nach vorn rückt, während von hinten die nächst jüngere Eigenschaft nachrückt. Es zieht demnach während des Lebens, z. B. bei den Eidechsen, eine Reihe von

---

1) Ich habe hier nur ein Beispiel im Sinne, welches durchaus nicht für alle Fälle gelten soll. Es ist selbstverständlich überhaupt nicht wesentlich, dass ich gerade von Entstehung der Augenflecken rede. Allerdings entstehen alle, auch die prachtvollsten Augenflecken nachweisbar aus einfachsten Zeichnungen, einfachsten Flecken. (Man vgl. meine bezügliche Aeusserung auf der Berliner Naturforscherversammlung 1886 in den gedruckten Verhandlungen dieser Versammlung und verweise ich besonders auf meine in Veröffentlichung begriffenen Beobachtungen an Schmetterlingen.) Dass man die allmälige Umbildung auch an den Federn eines und desselben ausgebildeten Vogels nachweisen kann, hat schon Darwin für den Argusfasan gezeigt. Herr Stud. Kerschner hat dasselbe auf der Berliner Naturforscherversammlung sehr schön für den Pfau zur Darstellung gebracht, indem er, entsprechend meiner Lehre, für den besonderen Fall vorführte, wie die Umbildung nach bestimmten Körpergegenden allmälig, Schritt für Schritt, zu verfolgen ist. (Man vgl. auch dessen Aufsatz in der Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. 1886. Leider hat er die von mir aufgestellten Gesetze im Uebrigen fast vollständig missverstanden.)

Zeichnungen von hinten nach vorn über den Körper, ganz wie eine Welle der anderen folgt, und die vorderen schwinden, während neue hinten auftreten (Gesetz der wellenförmigen Entwicklung oder Undulationsgesetz).

4) dass die sämmtlichen Abarten und Abänderungen einer Art nichts Anderes als Stufen der Entwicklungsreihen darstellen, welche die Einzelwesen der Arten durchmachen zu den sie gehören — sofern sie nicht auf neuen, an Männchen gewöhnlich zuerst aufgetretenen Merkmalen beruhen. Die eine Abart wird also auf der Stufe a, die andere auf der Stufe b und so weiter stehen — eine oder die andere ist aber vielleicht durch eine neue Eigenschaft — e — ausgezeichnet.

In derselben Richtung wie die Merkmale der Abarten liegen nun aber auch diejenigen, welche die verwandten Arten charakterisiren. Es weise die nächste verwandte Art z. B. die Abweichungen (Abarten) f, g, h, i auf. Die schon in der vorigen Art zuweilen aufgetretene Eigenschaft e ist die hauptsächlich charakteristische Eigenschaft der zweiten Art — das Abändern der ersten nach e zeigte schon an, in welcher Richtung die Entwicklung weiter geht. Bei der zweiten Art tritt zuweilen eine Eigenschaft k auf, welche dieselbe Bedeutung hat wie vorhin e und so weiter.

So kann man, wenn man zahlreiche Individuen einer Art auf ihr Abändern untersucht, in vielen Fällen den Zusammenhang der Arten durch dieses Abändern auf das deutlichste nachweisen[1]): „wie nach einem

---

1) Man vergleiche zum näheren Verständniss die Einzelheiten in meiner erwähnten Schrift: Ueber das Variiren etc. sammt Abbildungen und die letzten Abschnitte dieser Abhandlung, sowie meine demnächst bei G. Fischer in Jena mit farbigen Tafeln erscheinende Arbeit: Die Schmetterlinge nach ihrer auf die Zeichnung begründeten Verwandtschaft dargestellt und beschrieben; endlich meine mit Abbildungen versehenen Aufsätze: Ueber die Zeichnung der Säugethiere, in den letzten 3 Jahrgängen der Zeitschrift „Humboldt“.

vorgezeichneten Plane", sagte ich in meiner Freiburger Rede, „geht die Entwicklung — das Wachsen — der Arten aus einander vorwärts. Wären im gegebenen Falle alle Entwicklungsstufen von a bis i gleich stark, so würden wir alle zusammen als Abarten einer einzigen Art zusammenfassen — fehlt aber zwischen a und i eine Stufe vollständig oder tritt eine solche z. B. im Gebiete der zweiten Hälfte der Entwicklungsreihe plötzlich besonders auffallend, herrschend auf, so bekommen wir, zugleich Unvermögen geschlechtlicher Mischung vorausgesetzt, zwei Arten.

Das Undulationsgesetz und die sämmtlichen übrigen unter 1 bis 4 von mir aufgestellten Gesetze gelten also ebensowohl für die Entstehung bezw. Entwicklung der Abart und Art wie des Einzelthieres.

Wellenartig nach einander treten in der die Entwicklung der Arten darstellenden Organismenreihe neue Eigenschaften als Stufen des Wachsthums auf. Abgekürzt wiederholen, wie man sich umgekehrt wird ausdrücken können, die höherstehenden Arten durch die ihre eigene Entwicklung darstellende Ontogenie der ihnen zugehörenden Einzelwesen die Eigenschaften (Wachsthumsstufen) der tieferstehenden. Abgekürzt wiederholen in ihrer Ontogenie die höchsten Organismen ihre ganze Ahnenreihe (biogenetisches Gesetz) als Stufen des Wachsthums. Und zwar, füge ich hinzu, um so kürzer und unvollkommener wiederholen sie im Allgemeinen die einzelnen Glieder der Ahnenreihe, je älter dieselben sind, je unwesentlicher sie waren und je kürzere Dauer sie hatten. Einzelne Glieder können zuletzt in der Entwicklung ausfallen.

Jede ältere Stufe des phyletischen Wachsthums wird verkürzt auf Kosten der neu auftretenden — ein Satz, welcher als fünfter den vier aufgestellten angefügt werden kann.

Somit geben die von mir aufgeführten Thatsachen zugleich eine neue vollgültige Bestätigung des biogenetischen Gesetzes.

Abarten und Arten sind also im Wesentlichen nichts als auf verschiedenen Stufen der Entwicklung, bezw. auf bestimmten Stufen des phyletischen Wachsthums stehende Gruppen von Formen, sei es, dass sie ihren Genossen, oder dass diese ihnen in der Weiterentwicklung rasch vorauseilten, so dass die Verbindung durch Zwischenformen bald verloren ging, oder dass örtliche Trennung die Absonderung begünstigte.

Räumliche Isolirung oder doch verhältnissmässige örtliche Absonderung ist selbstverständlich für die Artbildung von grosser Bedeutung, aber sie ist nicht unbedingt zu derselben nothwendig.

Dieselbe Erklärung gilt selbstverständlich für die Gattungen, als Gruppen von Arten, überhaupt für sämmtliche Abtheilungen eines natürlichen Systems, welchen man mit Nägeli den gemeinsamen Namen Sippen beilegen kann. Man würde somit eigentlich im Allgemeinen besser von der Entstehung der Sippen als von der Entstehung der Arten reden.

Wir haben also eine stufenweise Entwicklung vor uns und als wesentlichste Ursache der Artentrennung erscheint das Stehenbleiben einer Anzahl von Individuen auf einer bestimmten, niedrigeren Stufe dieser Entwicklung, während die übrigen in der Umbildung weiter schreiten. Ich bezeichnete diese Art der Entstehung von Abarten, bezw. Arten als Genepistase (γένος Geschlecht, ἐπίστασις Stillstand).

Zu den von mir im Vorstehenden aufgestellten Thatsachen und Gesetzen, den Grundlagen meiner Theorie vom organischen Wachsen der Art vergleiche man: Würtenberger: Neuer Beitrag zum zoologischen Beweise der Darwin'schen Theorie. Ausland 1873, No. 1 und 2, und: Studien über die Stammesgeschichte der Ammoniten. Ein zoologischer Beweis für die Darwin'sche Theorie. Leipzig 1880.

Würtenberger findet für die Ammoniten, dass alle Strukturveränderungen sich zuerst auf dem letzten (äusseren) Umgang der

Schale zeigen — wie bei lebenden Thieren, z. B. bei meinen Eidechsen[1]) am Schwanze — und dass dann eine solche Veränderung bei den nachfolgenden Generationen sich nach und nach immer weiter gegen den Anfang der spiralen Gehäuse hin fortschiebt — wie z. B. bei meinen Eidechsen gegen den Kopf hin — bis sie den grössten Theil der Windungen beherrscht. Dann können wieder neue Eigenschaften auf dem nun äussersten Umgang entstehen — ganz wie bei den Eidechsen am Schwanze — die vorigen verdrängen, u. s. w. Auch die Ammoniten erhalten erst im vorgeschrittenen Lebensalter, erst wenn sie den von ihren Eltern ererbten Entwicklungsgang möglichst genau durchgemacht haben, die Fähigkeit, sich nach einer neuen Richtung hin abzuändern — es kann sich diese Fähigkeit aber in der Weise vererben, dass sie bei der folgenden Generation immer ein wenig früher eintritt, bis sie selbst wieder den grössten Theil der Wachsthumsperiode charakterisirt. Auch dieses „Gesetz der frühzeitigen Vererbung“, wie es Würtenberger nennt, gilt, wie vorstehend bemerkt — denn es fällt selbstverständlich mit dem Gesetz der abgekürzten Entwicklung zusammen — für lebende Thiere[2]).

„Die Uebereinstimmung der paläontologischen, durch die Ammoniten uns überlieferten Thatsachen mit denjenigen, welche uns die lebenden Wesen darbieten“, sagte ich[3]) gewiss mit Recht, „ist im höchsten Grade interessant. Sie erhebt die ganz allgemein herrschende Gesetzmässigkeit derselben über allen Zweifel[4]).“ Denn

---

1) Vergl. meine Arbeiten „Ueber das Variiren der Mauereidechse“ und über die Zeichnung der Säugethiere und Raubvögel.

2) Vergl.: Ueber das Variiren etc. S. 454, Sonderausgabe S. 218, wo Beispiele gegeben sind.

3) a. a. O.

4) Man vergl. auch die später näher zu besprechenden Untersuchungen von Weismann über die Zeichnung der Sphingidenraupen in dessen Studien zur Descendenztheorie II: Ueber die letzten Ursachen der Transmutationen. Leipzig 1876. Was die Pflanzen angeht, so zeigt — abgesehen von anderen Thatsachen — vielfach schon

nicht nur die Zeichnung, sondern auch die übrigen Eigenschaften der Thiere stehen somit offenbar unter dieser merkwürdigen Gesetzmässigkeit.

Besondere Mittel, welche die Verschiedenheit der Entwicklungsrichtungen bestimmen und welche weiter die Trennung in Arten verursachen.

Der Stammbaum der Formen ist nicht ein geradliniger, sondern ein baumförmig (gabelig) verzweigter. Dieses sich Verzweigen, welches zugleich wesentlich Einleitung zur Trennung in Arten ist, beruht darauf: 1) dass unmittelbare äussere Einwirkungen, verschieden an jeder Oertlichkeit, auf jede Entwicklungsstufe einwirken und die weitere Entwicklung von der geraden Linie ablenken können; 2) dass die aktive Thätigkeit der Lebewesen gegenüber der Aussenwelt schon im Entstehen begriffene Eigenschaften durch Uebung unmittelbar verstärken wird (darin liegt die Bedeutung des Gebrauchs und des Nichtgebrauchs); 3) dass der Kampf ums Dasein nach Maassgabe der äusseren Verhältnisse mittelbar verschieden wirksam sein wird; 4) dass durch Correlation plötzlich ganz neue Bildungen entstehen können (sprungweise Entwicklung); 5) dass durch andauerndes Beharren unter denselben Verhältnissen, unter ununterbrochener Fortdauer derselben Einwirkungen, ein Organismus nach Generationen, in Folge von „constitutioneller Imprägnation“ („conservativer Anpassung“) seiner Zusammensetzung nach anders beschaffen sein und gegenüber der Aussenwelt sich anders verhalten wird als zuvor; 6) dass geschlechtliche Mischung, selbst ohne jeden Einfluss der Anpassung,

---

die Umänderung der Gestalt der Blätter an einer und derselben Pflanze von unten nach oben dieselbe Gesetzmässigkeit: die oberen Blätter stehen oft auf neuer Stufe der Entwicklung, die unteren bleibend oder doch vorübergehend noch auf tieferer — jene bezeichnen die neue Art, diese weisen auf Stammarten hin.

zur Bildung ganz neuer stofflicher Zusammenfügungen, d. i. zur Bildung neuer Formen führen kann.

Mit dem Ausdruck Anpassung wird viel Missbrauch getrieben. Vielfach gebraucht man ihn fälschlich in aktivem Sinne: man spricht von Anpassung, als ob es sich darin um eine selbstthätige Kraft handelte, und in Fällen, in welchen bezüglich einer Eigenschaft von Nutzen weder für den Organismus, der sie trägt, noch für die Aussenwelt geredet werden kann. Anpassung ist aber immer etwas Gewordenes, und zwar eine Eigenschaft, welche dem Körper, der sie trägt, gegenüber der Aussenwelt irgendwie nützlich ist, oder welche Dritten oder der Allgemeinheit nothwendig oder nützlich ist. Erstere Anpassung ist also eine specielle, letztere kann man allgemeine (kosmische) nennen. In letzterem Sinne ist schliesslich allerdings Alles angepasst, und man sollte, wie im Folgenden geschehen wird, von Anpassung ohne die ausdrückliche Bezeichnung „allgemeine" Anpassung nur dann reden, wenn man specielle Anpassung meint.

Dagegen kann ich mich mit der Einschränkung des Darwin'schen Begriffes Anpassung, wie sie Weismann gibt, indem er denselben nur auf die im Artleben, nicht aber auf die im Einzelleben gewonnenen Eigenschaften angewendet wissen will, nicht einverstanden erklären. Es passen sich auch Individuen während ihres Lebens der Aussenwelt an — man denke nur an die Verschiedenheit der Erfahrungen, welche die einzelnen Thiere im Leben auf Grund ihrer Beziehungen und ihrer Intelligenz machen und verwerthen, oder an die äusseren Anforderungen entsprechende Erwerbung besonderer Körperkraft oder irgendwelcher sonstiger nützlicher Eigenschaften. — Es gibt eine persönliche Anpassung im Darwin'schen Sinne, denn Darwin hat, wie wir sehen werden, die Vererbung von während des Lebens der Individuen erworbenen Eigenschaften anerkannt, insbesondere dadurch, dass er den Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe als bedeutsam für die Umbildung der Formen erklärte. Kollmann geht freilich zu weit, wenn er meint, unter Anpassung habe man nur die Erwerbung bestimmter Eigenschaften während des individuellen Lebens unter dem Druck äusserer Agentien zu verstehen[1]). Denn es braucht nicht jede Eigenschaft, welche einem Organismus ange-

1) Vergl. Kollmann a. a. O. und Weismann a. a. O. Biolog. Centralblatt.



passt erscheint, während des individuellen Lebens erworben zu sein. Indessen ergibt sich das Nähere in dieser Frage auf Grund meiner Behandlung der ganzen Entwicklungslehre von selbst. Nach Vorstehendem haben wir jedenfalls, abgesehen von der allgemeinen (kosmischen), eine specielle Anpassung, Anpassung im gewöhnlichen Sinne des Wortes, und an dieser wieder eine persönliche (individuelle) und eine Sippen- (Art-) Anpassung zu unterscheiden.

Die oben unter 1) gemeinten, unmittelbar durch Einwirkung äusserer Verhältnisse auf die Organismen, ohne anderes Zuthun der letzteren als die physiologische Reaction hervorgerufenen Eigenschaften habe ich früher als durch Impression entstanden bezeichnet. Beispiel: Entstehung dunkler Haut durch Licht und Wärme. Licht und Wärme sind hier die causae efficientes (O. Schmidt). Hierher gehören viele Eigenschaften, welche nicht als Anpassungen bezeichnet werden können, welche vielmehr unwesentlich (gleichgültig, indifferent) sind. Ferner aber auch solche, welche auf Grund der unter der Wirkung äusserer Einflüsse entstandenen Zusammensetzung des Organismus sich gebildet haben, und welche zufällig nützlich sind, aber durch Auslese nicht gegesteigert werden können. Sicher wird eine Menge von Eigenschaften, welche durch Zuchtwahl entstanden zu sein scheinen, in diese Gruppe der zufällig nützlichen Eigenschaften fallen. Wäre der unter dem Mantel vollkommen verborgene Perlmutterglanz der inneren Fläche der Muschelschalen an der äusseren Fläche glänzend sichtbar, so würde man ihn wohl als nützlich deuten. Dahin gehört auch das schwarze und das silberglänzende Bauchfell von Fischen u. A. Vielleicht gehören dahin auch viele einfach durch Interferenz entstandene Farben, wie das prachtvolle Blau der Flügel der Männchen von Calopteryx virgo u. A. — nichts Prachtvolleres an Farbe kann es ja geben als das Farbenspiel des Labradorsteins — ist dieses dem Stein und sind Farbe und Glanz dem Golde und zahllosen anderen Mineralien nützlich, sind sie nützlich der Seifenblase?

Unter den unter 2) bezeichneten Eigenschaften verstehe ich solche, welche mit Hülfe äusserer Thätigkeit der betreffenden Theile des Organismus ausgebildet worden sind. Beispiel: Entstehung der harten Fersenhaut, der harten Haut der Fusssohlen barfuss gehender afrikanischer Neger (vergl. Livingstone's Reisen etc.), der Nägel und Hufe von Menschen und Thieren. Hier kann Auslese im Spiel sein, muss es aber so wenig sein wie im ersteren Falle. Indessen sind wohl die

meisten so entstandenen Eigenschaften nützlich, als Anpassungen zu bezeichnen. Die Thätigkeit des Fusses ist hier causa agens.

Der erste Fall ist unmittelbare, der zweite mittelbare Anpassung. Der dritte Fall, der Kampf ums Dasein, hilft nützliche Eigenschaften erwerben. Der vierte, die Correlation, kann zufällig nützliche oder schädliche oder gleichgültige hervorrufen. Der fünfte, Veränderung des Organismus durch andauerndes Beharren unter denselben Verhältnissen, wird ebenso theils gleichgültige (indifferente), theils nützliche Eigenschaften erzeugen; der sechste, geschlechtliche Mischung, ebenso.

Auch im fünften Falle braucht es sich also nicht um Anpassung zu handeln und der gebräuchliche Ausdruck: conservative Anpassung ist nur auf die Fälle anzuwenden, in welchen dem Organismus durch das Beharren ein Nutzen erwachsen ist. Als constitutionelle Imprägnation bezeichnete ich deshalb früher und im Vorstehenden die durch Beharren in denselben Verhältnissen entstehenden Veränderungen ohne Rücksicht auf Nutzen oder Schaden.

Geschlechtliche Mischung. Einseitige Vererbung.

Ich gehe zuerst zur Behandlung des sechsten der soeben aufgeführten Sätze über, der ausschliesslichen Bedeutung wegen, welche Weismann der geschlechtlichen Mischung unter Beihülfe der Auslese für die Umbildung der organischen Formen überhaupt — nicht allein für die Trennung in Arten — zuschreibt.

Meine Auffassung, dass geschlechtliche Mischung ohne Zuhülfenahme der Auslese zur Bildung ganz neuer Formen führen kann, gründet sich darauf, dass nicht, wie meistens wohl angenommen wird, durch die Mischung von zwei Wesen in der Regel Mittelformen erzielt werden, sondern häufig genug dritte Formen, indem sich die Eigenschaften der Eltern und der Vorfahren entweder verstärken oder ausgleichen (darauf beruht ja der Nachtheil der Inzucht, die Gefahr der Ehen unter Verwandten) oder indem sie möglicherweise unter sich oder mit den latent vorhandenen Eigenschaften von Voreltern in ähnlicher Weise ganz neue Verbindungen bilden wie die Vereinigung ganz verschiedener chemischer Stoffe bezw. Elemente.

Demgegenüber ist aber, zur Verhütung einer Ueberschätzung der Wirkungen geschlechtlicher Mischungen, hervorzuheben, wie zäh häufig die Nachkommen die Eigenschaften entweder des Vaters oder der Mutter rein erhalten, wie oft einseitige Vererbung stattfindet.

Jede Kinderstube, besonders im südlicheren Deutschland, wo Blond und Schwarz als Farbe der Haare, zugleich mit blauen oder grauen und mit schwarzen Augen nebeneinander vorkommen, wird dies zeigen. Ich rede der Einfachheit wegen nur von Haaren und Augen. Es handelt sich aber häufig deutlich um eine ganze Summe von correlativen Eigenschaften: Farbe der Haut, Stärke des Knochenbaues, Kopfform, kurz um mehr germanische und romanische Art.

Schwarze und blonde Eltern erzeugen zusammen nicht so leicht Kinder, welche in der Farbe zwischen beiden stehen, sondern wieder blonde und schwarze[1]) — erst wenn die Nachkommen diese Mischung lange fortsetzen, wird allmälig eine mittlere Rasse entstehen können.

---

1) Ein merkwürdiges Gegenstück hiezu bilden die Eichhörnchen: man trifft häufig schwarze und rothe Junge von demselben Wurfe in einem Nest, nicht ebenso häufig Zwischenformen. Ein ähnliches Verhältniss dürfte bei schwarzen und weissen Schafen bestehen, wenn auch hier künstliche Auslese zur Verhinderung der Mischung mit beitragen könnte — übrigens versichern mich Landwirthe, die Farbe der Wolle sei nicht so sehr wichtig, weil die Wolle wenigstens in Deutschland zumeist dunkel gefärbt wird. Jedenfalls findet man sehr selten Mischformen zwischen schwarzen und weissen unter den Schafen. Es fiel mir dies besonders in Bulgarien, auf der Balkanhalbinsel überhaupt, auch in Italien auf, wo man neben den rein weissen sehr viele rein schwarze Schafe aber kaum Mischformen in den weidenden Heerden sieht, welche Mischformen dann Schecken sind. Pferdezuchtkundige Landwirthe sagen mir, dass auch auf Mischung von Rappe und Schimmel in der Regel nicht zwischenfarbige oder scheckige Fohlen entstehen, sondern wieder Rappen oder Schimmel.

Sehr wichtig ist natürlich für unsere Frage das Ergebniss verschiedener Mischungen von Menschenrassen. Auch hier dürfte ein vollkommenes Mittel nicht die Regel sein. So spricht Levaillant 1793 von der Menge der weissen Sklaven am Kap der guten Hoffnung, welche aus der Verbindung zwischen den holländischen Soldaten und Negersklavinnen (meistens von Madagascar und Mosambique) hervorgingen und an Farbe den Europäern völlig gleich sehen. Ebenso

Schwarz hat aber nach meinen Beobachtungen ein Uebergewicht gegenüber dem Blond [1]). Ist es einmal da, so lässt es sich nicht leicht wieder ausrotten aus dem Blute; schon aus dem einfachen Grunde muss es dieses Uebergewicht haben, weil es ein Positives ist gegenüber dem Mangel an Pigment bei den Blonden. Das Dunkle wird also gegenüber dem Flachsblonden unter den gegebenen Verhältnissen bei uns stets eher zu- als abnehmen.

Wie lange Zeit dunkler und blonder Typus auseinandergehalten in den Kindern hell- und dunkelfarbiger Eltern, immer wiederkehren, das zeigen besonders gut viele süddeutsche Dörfer, auch solche hier in der nächsten Nähe von Tübingen, wo eine vollkommen dunkle, fast romanische und eine rein germanische Art der Bevölkerung, scharf geschieden, häufig genug in den Kindern einer und derselben Familie nebeneinander vorkommt — trotzdem dass in diesen kleinen Dörfern die Mischung eine stetige ist, weil die Leute gewöhnlich unter einander und selten über das Dorf hinaus heirathen. Allmälig wird auch hier das Schwarze herrschend werden — rein in Folge des Uebergewichts, welches demselben gegenüber dem Blond und Blau zukommt.

Unzweifelhaft ist die geschlechtliche Mischung in unserem gemässigten Klima für die Ausbreitung der Dunkelfärbung wesentlich

---

sollen die Bastarde zwischen Hottentotten und Europäern (in welchem Falle wohl die Europäer meist, wenn nicht ausschliesslich das männliche Element gestellt haben) mehr den Europäern als den Hottentotten gleichen (männliche Präponderanz). Dr. Bernhard Schwarz spricht in der Beschreibung seiner Reise nach Kamerun ebenfalls von dem weissen Kinde eines deutschen Agenten und seiner schwarzen Frau. Für genaue weitere Angaben wäre ich sehr dankbar.

1) Ich habe diese Ansicht zuerst 1881 (Variiren) ausgesprochen und freue mich, zu finden, dass Herr A. de Candolle in seinem 1885 erschienenen Buche: Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles, précédée et suivie d'autres études sur des sujets scientifiques, en particulier sur l'hérédité et la sélection (Genève - Bale, H. Georg) auf Seite 81 dieselbe in Beziehung auf die dunkle Farbe der Augen gleichfalls vertritt. Er verspricht noch eine nähere Zusammenstellung darüber.



maassgebend gewesen, nicht wesentlich die Sonne. Ob aber auch geschlechtliche Zuchtwahl das Dunkle bevorzugt, ist zum Mindesten zweifelhaft — der „Geschmack" ist hierin sehr verschieden. Vielleicht, dass die Mischung von Dunkel und Blond, bezw. die damit verbundene Entstehung anderer Eigenschaften im Kampf ums Dasein einen Vorzug hat vor dem reinen, urgermanischen Blond? Nur im letzteren Fall würde die Zunahme der dunkleren Farbe mit als Anpassung erscheinen. Aber ich bin der Ansicht, dass das einfache physiologische Uebergewicht der Dunkelfärbung vorzüglich maassgebend, dass die dunkle Farbe von Deutschen somit als Beispiel dafür zu nehmen sei, dass auch durch geschlechtliche Mischung erzielte Umbildungen für den Organismus, an welchem sie auftreten, nicht nützlich zu sein brauchen, „indifferent" sein können.

Wallace schreibt zwar dem Pigment eine Bedeutung für Herstellung grösserer Sinnesschärfe zu[1]). Trotzdem besitzen nach ihm die Blonden eine grössere Intelligenz; sie haben dieselbe, so meint er, erworben, weil sie im Kampf ums Dasein eben in Folge geringerer Sinnesschärfe auf sie angewiesen sind. Vielleicht möchte man andererseits zu Gunsten der Anpassung zur Erklärung des Ueberhandnehmens des Schwarz geltend machen wollen, dass Mischung des Blutes innerhalb gewisser Grenzen ein Vortheil ist. In Deutschland gerade zeigen aber thatsächlich die nördlichen rein germanischen Blonden keine geringere Kraft im Kampf ums Dasein als die südlicheren Gemischten.

Dass dunklere Haar- und Augenfarbe etwas Aufgepfropftes und dass sie in Zunahme bei uns sind, beweist die allbekannte Thatsache, dass die Kinder dunkler deutscher Eltern in den ersten Lebensjahren in der Regel blond sind und blaue oder graue Augen haben: es wiederholen sich auch hier die bei den Ahnen

---

1) Wallace, Die Tropenwelt, in deutscher Uebersetzung: Braunschweig, Vieweg, 1879.

vorherrschenden Eigenschaften in der Jugend. Am auffallendsten ist mir diese biogenetische Thatsache übrigens zuerst im Oberengadin entgegengetreten, wo offenbar eine Mischung von blonden Deutschen mit dunkeln Romanen stattgefunden hat, auffallend um so mehr, als das Klima in jener Gegend eher Hellfärbung begünstigen würde. Man trifft z. B. in der Gegend von Sils-Maria, in Dörfern, wo die Erwachsenen alle ganz romanisch dunkel sind, Kinder solcher dunkeln Eltern mit vollkommen flachsblondem Haar und blauen Augen. Ich berichte über solche Verhältnisse, besonders aus Oberitalien, später mehr.

Demnach müsste eine Statistik, welche zu wirklich wissenschaftlichen Zwecken dienen sollte, bei Gelegenheit der Feststellung der Zahl der Blonden und Dunkeln in Deutschland auch genau ausser dem Alter der gezählten Kinder die Haar- und Augenfarbe der Geschwister und Eltern derselben, womöglich auch der Grosseltern u. s. w. berücksichtigen.

Man könnte auch daran denken, ob nicht die männliche Präponderanz mit eine Rolle spielte bei der Verbreitung des Pigments in unseren Gegenden, weil es ja jedenfalls wesentlich Männer gewesen sind, welche dasselbe bei uns zuerst eingeführt haben. Man müsste dann finden, dass es, wenn dieses Uebergewicht fortwirkte, mehr männliche dunkle Menschen auch in späterem Alter bei uns gibt als weibliche. Allein dies wird sich — ein weiterer Gesichtspunkt für die Statistik — ohnedies nach mitgetheilten Gesetzen deshalb ergeben müssen, weil die dunkle Farbe eine neue Eigenschaft für uns ist und weil die weiblichen Einzelwesen stets näher der Stufe zurückbleiben, welche dem Zustand des Jungen entspricht — also näher dem ursprünglichen Verhalten.

Uebrigens ist uns die männliche Präponderanz für die vorliegenden Fragen nach einer anderen Seite hin wichtig. Sie ist wohl auch die Ursache davon, dass wir im Stande sind, in so hohem Maasse Familienähnlichkeit in den Bildern der frühesten männlichen Vorfahren zu erkennen, wie zahlreiche Ahnengallerien

beweisen und sie ist ferner wohl mit die Ursache davon, dass der männliche Stammbaum so hoch gehalten, der weibliche aber kaum beachtet wird. Bestände dieses männliche Uebergewicht nicht, besässe der weibliche Theil bei allen Mischungen ganz denselben Werth wie der männliche, so müsste, von den Fällen einseitiger Rückschläge abgesehen, schon nach verhältnissmässig wenigen Generationen durch die Mischungen von gleichen männlichen und weiblichen Theilen jede Ahnenähnlichkeit gänzlich verwischt sein.

Ein sehr merkwürdiges Beispiel für das männliche Uebergewicht in dieser Beziehung bietet die grosse Unterlippe der Habsburger dar. Schon Bilder Rudolf I. von Habsburg zeigen dieselbe. Sie vererbte sich unter seinen Nachkommen bis zum letzten derselben, Kaiser Karl VI. († 1740) — also etwa 500 Jahre lang. Mit Karl VI. starb der Mannesstamm der Habsburger aus. An seine Stelle trat durch Verheirathung des Franz von Lothringen mit der Habsburgerin Maria Theresia der lothringische Stamm. Bei den männlichen Nachkommen dieses Paares trat die grosse Unterlippe wieder auf und vererbte sich bis heute, obschon die aus verschiedenen Familien stammenden Frauen der Habsburger sie unmöglich zufällig auch in der Mehrzahl gehabt haben können, noch gehabt haben[1]).

Jedenfalls weist die Thatsache der männlichen Präponderanz an sich gleichfalls darauf hin, dass eine unbedingte Mischung von Eigenschaften auf geschlechtlichem Wege so wenig die Regel ist wie die Erzeugung von Zwittern durch die Vereinigung von Samen und Eiern bei getrennt geschlechtlichen Thieren. Der Atavismus ist kein grösseres Wunder als diese Thatsachen, welche zusammen mit ihm erklärt sein wollen.

Zu den erwähnten auf geschlechtliche Vermehrung bezüglichen,

---

1) Vergl. Pinacotheca principum Austriae von Marquard Hergott und R. Heer (Benediktiner in St. Blasien), Freiburg 1770.

die Trennung in Arten ohne Zuchtwahl begünstigenden Mitteln kommt noch, dass irgend neue Eigenschaften auch die Geschlechtsprodukte in ihrer Mischung oder gar in ihrer Form derart correlativ verändern können, dass eine geschlechtliche Kreuzung der betreffenden Formen nicht mehr möglich ist[1]).

Oft z. B. haben ganz nahe verwandte Arten auffallend verschiedene Samenfäden (Rana temporaria und esculenta).

Ich habe schon vor Jahren darauf hingewiesen, wie wenig aus diesem Grunde die Thatsache, dass wirkliche Arten sich nicht fruchtbar mischen können, in dem Sinne auszubeuten sei, dass Arten als von vornherein selbständig umgrenzte, als solche geschaffene Gruppen aufgefasst werden dürfen. Umgekehrt: die Unmöglichkeit oder wenigstens Schwierigkeit, sich fruchtbar zu mischen und damit die Trennung in Arten kann bewirkt oder begünstigt werden durch irgend welche unmittelbar oder correlativ auftretende Veränderung der Geschlechtsprodukte bezw. des Samens nach morphologischen Verhältnissen, Bewegung und stofflicher Zusammensetzung.

Samen- und Eikern müssen sich in physikalisch-chemischer Beziehung in ganz bestimmter Weise ergänzen, wenn durch ihre Vermischung ein Drittes entstehen soll[2]). Gestalt und Bewegung der Samenfäden müssen ganz genau den morphologischen Verhältnissen der Eihülle angepasst sein, wenn nicht schon feinste morphologische Hindernisse für die Befruchtung gegeben sein sollen.

---

1) Man vergl. hierzu die Bemerkungen in meiner Abhandlung: Ueber den Bau und die Bewegung der Samenfäden, in: Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg, N. Folge VI. Bd. und Würzburg, Stahel, 1874.

2) Ich muss eine hierhergehörige Auffassung berühren, welche zu Gunsten der Vererbungstheorie Weismann's geltend gemacht worden ist. Weil die neueren Untersuchungen über die Befruchtung gezeigt haben, dass Samen- und Eikern (= Keimbläschen) sich bei diesem Akt nicht auflösen, dass nicht flüssige, sondern feste Substanz denselben vermittelt, hat man eine Vererbung erworbener

Zum Zweck der Bildung neuer Arten auf diesem Wege brauchen also nur Samen und Ei einer Anzahl von Individuen besonders sich entsprechend, bezw. anderen gegenüber nicht entsprechend eingerichtet zu sein.

Vollkommene Isolirung abändernder Einzelwesen ist also zur Bildung neuer Arten auch aus diesen Gründen nicht durchaus nöthig[1]).

Eigenschaften für unmöglich, die Befruchtung nicht für einen physikalisch-chemischen, sondern für einen morphologischen Vorgang erklärt. Damit ständen wir, um das früher Angedeutete noch weiter auszuführen, vor einer unveränderlichen, sich niemals verbrauchenden, ewig lebenden organischen Substanz (veränderlich nur durch geschlechtliche Mischung oder durch Krankheit) welche sich nicht einmal ernähren darf wie andere Theile des Körpers, denn sonst müsste sie doch von der Beschaffenheit dieses Körpers beeinflusst werden. Und woher hat sie ihre besonderen Eigenschaften ursprünglich genommen? Wie und woher ist sie geworden? — Bevor wir genöthigt sind, uns solche Räthsel aufzugeben, und bevor wir dahin kommen müssen, die Eigenschaft der Befruchtung als eines physikalisch-chemischen, bezw. physiologischen Vorgangs zu bezweifeln, lassen wir, wie ich meine, lieber das Räthsel des Atavismus vorläufig ungelöst. Wie, wenn die feste Kernsubstanz gerade die Eigenschaft hätte, den Zustand des Gesammtkörpers in jedem gegebenen Augenblick wiederzugeben, dadurch, dass sie dazu bestimmt und geeignet wäre, gewissermaassen ein Extrakt aus dem Gesammtkörper festzuhalten? Wer will beweisen, dass sie ein solches Extrakt nicht aufnimmt etwa wie eine feinere Schwammmasse, so dass die Vererbung erworbener Eigenschaften, in Uebereinstimmung mit alter Auffassung, trotz ihrer festen Beschaffenheit physiologisch erklärt werden könnte? Jedenfalls steht solche Ueberlegung nicht in Widerspruch mit allgemein physiologischen Grundsätzen, wie die Darstellung der Befruchtung als rein morphologischer Vorgang es mir zu thun scheint.

Weismann spricht übrigens allerdings in seiner neueren Schrift (Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung) von einer Vermehrung des Keimplasma durch Assimilation, aber solche Assimilation setzt eben auf Grund physiologischer Gesetzmässigkeit selbstverständlich Beeinflussung desselben durch die Allgemeinernährung, bezw. durch den Zustand des Körpers voraus.

1) Abgesehen davon habe ich bezüglich dieser Frage an einem sehr genau beobachteten Beispiel, bei der Mauereidechse, gezeigt, dass sich die irgend wesentlich abweichenden Abarten wie in tiefer Abneigung bekämpfen, auch wenn sie zusammenleben, dass sie sich also nicht geschlechtlich mischen, während dies die verwandteren thun und dadurch ihre Eigenschaften verstärken.

Die correlative Veränderung der Geschlechtsprodukte führt zur Berührung einer Thatsache, welche mir in hohem Grade gegen die Annahme Weismann's zu sprechen scheint, dass die letzteren von dem augenblicklichen Zustande des Körpers wesentlich unberührt bleiben: ich meine den grossen correlativen Einfluss, welchen umgekehrt der Zustand der Geschlechtsprodukte, nämlich das Reifen derselben (Pubertät) und ihr künstliches Entfernen (Castration), sowie das Erlöschen ihrer Fähigkeiten im Alter auf den Zustand des Gesammtkörpers hat. Es ist diese Beziehung zu sehr bekannt, als dass ich nöthig hätte, sie hier näher zu beweisen. Aber sie ist zugleich eines der glänzendsten Beispiele für die Bedeutung der Correlation überhaupt und gewiss eine bedeutungsvolle Stütze für meine Annahme, dass auf correlativem Wege plötzlich entstandene Umänderungen der Eigenschaften des Körpers ohne nothwendige Zuhülfenahme der Zuchtwahl zur Bildung neuer Arten führen können.

Endlich sind für meine Betrachtungsweise im Gegensatze zur Weismann'schen die Angaben wichtig, nach welchen ein bedeutender Einfluss nicht nur des augenblicklichen körperlichen, sondern auch des augenblicklichen geistigen Zustandes der Eltern während der Zeugung auf die Nachkommen soll festgestellt werden können. Es treten diese Angaben so allgemein und so vielseitig auf, dass es schwer wird, an ihrer wenigstens theilweisen Richtigkeit zu zweifeln[1]). Liegt ihnen aber That-

1) Hierher gehört, dass nach Annahme der Züchter z. B. eine edle Stute oder eine edle Hündin durch auch nur einmaliges Belegtwerden mit einem unedlen Thier für immer zu edler Nachzucht verdorben wird — ja es bestehen Angaben, nach welchen solche weibliche Thiere späterhin, auch wenn sie von edlen Männchen belegt worden waren, Junge erzeugten, welche Eigenschaften des einmaligen unedeln Gatten trugen (augenscheinlich handelt es sich hier wesentlich um Nerveneinfluss [Ernährungsnerven]!). Vergl. später auch meine Beobachtung über den Einfluss des Alters der Zeugenden auf die Nachkommen.

sächliches zu Grunde, so ist ein weiterer wichtiger Beweis geliefert für die Vererbung erworbener Eigenschaften und allerdings auch für die Bedeutung der geschlechtlichen Mischung für die Veränderung der Eigenschaften der Lebewesen. Dass ich übrigens diese Bedeutung sehr hoch halte, geht aus Vorstehendem zur Genüge hervor. — Die Abweichung meiner Meinung von derjenigen Weismann's beruht nur darauf, dass letzterer die natürliche Zuchtwahl als nothwendiges Hülfsmittel der geschlechtlichen Mischung zur Umbildung der Arten erklärt, während ich die Wichtigkeit der Zuchtwahl zwar auch hier durchaus, aber keineswegs als unbedingtes Erforderniss zu jener Umbildung anerkenne.

Endlich: wenn ich auch der geschlechtlichen Mischung mit und ohne Hülfe der Auslese eine grosse Bedeutung bei der Bildung der Arten zuschreibe, so kann diese Bedeutung doch nicht als eine wesentlich maassgebende, ja auch nicht als eine durchaus selbstständige in Beziehung auf letztere anerkannt werden, sowie man von der Annahme ausgeht, dass die geschlechtliche Trennung selbst erst eine erworbene Eigenschaft ist.

In der That sind schon ihre eigenen Anfänge auf äussere Einwirkungen zu schieben, und fortgesetzt wirkt sie offenbar nur als Trägerin und Verbreiterin solcher, an verschiedenen Oertlichkeiten, unter verschiedenen Verhältnissen vom Körper erworbenen Eigenschaften. Dadurch, dass sie Verschiedenes vereint, verbindet, kann sie Neues, Drittes erzeugen (Kreuzung). Ohne diese Mischung von Fremdem, Verschiedenem aber, durch fortgesetzte Mischung von Verwandtem, führt sie zuletzt im Gegentheil zum Ausgleich (Inzucht), nicht zum Fortschritt.

— Allgemein wird die Angabe gemacht, dass Zeugung während der Trunkenheit beschränkte Geistesanlage des Kindes oder sogar Idiotismus zur Folge habe — hier dürften allgemeine Ernährungseinflüsse maassgebend sein. — Vgl. in Beziehung auf die Bedeutung des Zustandes des Zeugenden auf die Nachkommen A. de Candolle, a. a. O. S. 49 ff. und die dort angegebene Literatur.



Es kann also die geschlechtliche Mischung ebenso wie das Nützlichkeitsprincip nur arbeiten mit dem Material, welches ihr das phyletische Wachsen bietet: überall muss zuerst etwas Neues da sein, ehe beide anfangen können, zu wirken.

So äusserte ich mich schon vor Jahren dahin, dass die Thatsachen auf eine ausserordentlich zähe Wirkung der ursprünglichen Entwicklungsrichtung hinweisen: niemals scheinen, mögen die äusseren Einwirkungen sein, welche sie wollen, strahlenförmig vom Wendepunkte der Umänderung ausgehende Linien die Wege der neuen Richtung zu bezeichnen — immer laufen die neuen Linien in spitzem Winkel zuerst nahe der ursprünglichen her — nur die durch Correlation bedingte sprungweise Abweichung macht eine Ausnahme.

Die Thatsache bestimmt gerichteter Entwicklung aber erklären wiederum weder die Zuchtwahl noch die geschlechtliche Mischung an sich.

Ich gehe nun über zur näheren Behandlung einer der wichtigsten Ursachen, welche ich im Vorstehenden für die Trennung in Arten aufgeführt habe, zu der soeben berührten Wirkung der Correlation, zu der von mir sogenannten „sprungweisen Entwicklung“.

Sprungweise Entwicklung. Kölliker's Entwicklungs-Hypothese.

Es erscheint also nach meiner Auffassung möglich, dass, indem eine Eigenschaft eine andere und vielleicht mehrere andere correlativ im Gefolge hat, plötzlich eine neue Form entsteht, welche, wenn sich die Veränderung auch auf die Geschlechtsprodukte bezieht, vielleicht gar nicht mehr im Stande ist, sich mit der Stammform zu mischen. Indessen ist die letztere Bedingung zur Bildung einer neuen Art nicht nothwendig. Da z. B. Haare, Horn und Hufe nachgewiesenermaassen mit einander in Correlation stehen, so könnten sich durch gleichzeitige Veränderung dieser drei

Organe sehr bedeutende Veränderungen im äusseren Ansehen eines Thieres bilden. Ist nur eine dieser Eigenschaften dem Thiere nützlicher als die der Stammform, so wird trotz der Möglichkeit der geschlechtlichen Mischung eine neue Art entstehen können.

Es giebt nun allerdings wenige Beispiele lebender Thiere, welche in so vollkommener Weise wie der Axolotl eine solche Entstehung beweisen würden. Aber gäbe es nur dieses eine, so müsste es genügen und würde den Schluss gestatten, dass dieselbe Umwandlung unter ähnlichen Verhältnissen wahrscheinlich auch bei anderen, verwandten Thieren stattgefunden hat. Die Umwandlung des Axolotl zum Amblystoma ist deutlich die Folge des Uebergangs des Thieres vom Wasser- zum Landleben. Mit dem Verschwinden der Kiemenathmung, bezw. mit dem Auftreten ausschliesslicher Lungenathmung ging correlativ Hand in Hand das Entstehen einer Fleckenzeichnung auf der Haut, das Entstehen einer glatten Haut statt der warzigen des Axolotl, besonders am Kopf, und das Auftreten einer etwas anderen Kopfform, endlich die Bildung eines mehr drehrunden Schwanzes, während zugleich in Folge des Landlebens die Beine kräftiger wurden. Es ist höchst bemerkenswerth, dass dieselben Eigenschaften auch z. B. bei Salamandra maculata gegenüber ihren im Wasser lebenden Larven vorkommen. In der That ist es kaum möglich, eine solche Salamanderlarve, solange sie noch die Kiemen hat, von einem jungen Siredon zu unterscheiden. Beide haben die graue Farbe ohne grobe gelbe Flecken, den seitlich plattgedrückten Ruderschwanz und die schwachen Beine, endlich den im Vergleich zum fertigen Salamander, bezw. zum Amblystoma etwas platteren, längeren und schmäleren Kopf mit weniger hervortretenden Augen.

Aber Siredon ist dadurch eines der merkwürdigsten lebenden Thiere für die Entwicklungslehre, dass es uns den Uebergang einer niederen geschlechtsreifen in eine höhere geschlechtsreife Form so schön vor Augen führt und dass es zugleich für den gegebenen Fall so deutlich die Ursachen der Umbildung zeigt: es ist einfach die Reaktion des Organismus gegenüber äusseren Verhältnissen, be-

sondere Uebung eines schon in der Bildung begriffenen Organes (der Lunge) und Rückbildung eines anderen (Kiemen) auf Grund bestimmter Bedingungen der Aussenwelt und damit in Verbindung correlative Abänderung [1]), was als diese Ursachen erkennbar ist.

Das Amblystoma entsteht da, wo der Axolotl wenig Wasser zum Leben hat, wo er genöthigt ist, das feste Land zu bewohnen. Dass dem so ist, das ist dadurch zu beweisen, dass man durch allmäliges Entziehen von Wasser künstlich aus dem Axolotl ein Amblystoma erziehen kann. Damit dies möglich sei, muss allerdings vorausgesetzt werden, dass der Axolotl schon eine grosse Neigung besitzt, sich zum Landthier umzuwandeln. Dies kann darauf beruhen, dass er auch als Wasserthier schon viel seine Lunge gebraucht; aber die Umbildung, welche seinem Uebergang zum Landthier folgt, ist nichtsdestoweniger eine plötzliche und augenscheinlich eben mit correlativen Veränderungen verbundene. Hat sich ein Amblystoma gebildet, so ist dieses das fertige Thier, der Axolotl seine Larve. Bildet es sich nicht, so ist der letztere das fertige, geschlechtlich fortpflanzungsfähige Thier.

Da also beim gefleckten Salamander und Verwandten ganz dieselben Umbildungen der Gestalt im Uebergang vom Larvenleben zum Leben des fertigen Thieres vorkommen wie beim Uebergang vom Axolotl zum Amblystoma, so haben wir bei diesen Amphibien wieder deutlich bestimmte Richtungen der Entwicklung vor Augen.

Weismann hat allerdings die Entstehung des Amblystoma aus dem Siredon anders erklären wollen, nämlich als Rückschlag in eine frühere Form. Allein es scheint mir kein zwingender Grund zu solcher Annahme gegeben zu sein, so wenig wie Grund zu der anderen vorhanden wäre, dass man die fertige Salamandra maculata als Rückschlag auf eine frühere Form auffasste. Was für

1) Dies im Wesentlichen — ich will damit die Erklärung der Umbildungen nicht erschöpft haben.

den einen Fall recht ist, ist für den anderen billig. In meinen Augen besteht der Unterschied beider Fälle, abgesehen von der Geschlechtsunreife der Salamanderlarven, nur darin, dass beim gefleckten Salamander und seinen nächsten Verwandten die Umbildung in ein ausschliesslich luftathmendes Thier zur Regel geworden ist, während sie bei Siredon erst im Beginn ist und nur an einzelnen Thieren vorerst auftritt.

Somit ist, wie gesagt, offenbar die Umbildung des Siredon pisciformis in ein Amblystoma das denkbar glänzendste Beispiel für das Vorkommen sprungweiser Umbildung einer Art unter lebenden Thieren, auf Grund der Einwirkung von äusseren Verhältnissen.

Meine Ansicht von der Bedeutung der Umwandlung des Axolotl wird gestützt durch die Versuche des Fräulein v. Chauvin. Dieselbe erzog Larven, welche von Amblystoma erzeugt waren. Diese Larven wurden unter Bedingungen gehalten, unter welchen vom Axolotl erzeugte Larven niemals sich in Amblystoma umgewandelt haben würden. Die Larven gediehen gut und ihre Kiemen erlangten in dem luftreichen Wasser eine ungewöhnlich starke Entwicklung. Trotzdem kamen sie häufig an die Oberfläche des Wassers, um Luft zu schöpfen, und hielten sich dort stundenlang auf, was bei einem Axolotl nur bei vorgeschrittenerem Alter und in luftarmem Wasser zu geschehen pflegt. Als die Thiere ein Jahr alt waren, trat bei anhaltend warmem Wetter eine Reduktion ihrer Kiemen ein. Fräulein v. Chauvin gab nun 20 dieser Larven Gelegenheit, das Land aufzusuchen, und zu ihrer Ueberraschung verkrochen sich einige derselben sofort im Moos. Nach wenigen Tagen begann bei ihnen schon die Metamorphose. Eine der Larven vollendete sie in 10 Tagen, und nach 23 Tagen hatten alle 20 Larven freiwillig das Wasser verlassen.

Sechs andere derselben Brut angehörige Amblystomalarven wurden von Anfang an in sehr kühles, stark fliessendes Wasser

gesetzt und dadurch die Neigung zur Lungenrespiration bekämpft, und diese Thiere sind auch im Wasser verblieben [1]).

Die Amblystoma hatten also ihre von den Eltern erworbenen Amblystoma-Eigenschaften ererbt, und die Versuche lassen weiter schliessen, dass auf Grund dieser Vererbung unter längerer Fortdauer der äusseren Verhältnisse die neue Thierform Amblystoma so gut die herrschende Art würde, wie der ausgebildete gefleckte Salamander „Art“ ist und nicht dessen kiementragende Larve.

Man vermuthet, dass die nordamerikanischen Gattungen Menobranchus und Menopoma in ähnlichem Verhältniss zu einander stehen wie Siredon und Amblystoma.

Ausserdem verweise ich auf die alsbald zu erwähnende Ueberführung des Krebschens Artemia salina in eine andere Art oder in eine andere Gattung durch Vermehrung oder Verminderung des Salzgehaltes des Wassers, in welchem es lebt. — Auch hier ist correlative Umänderung in hohem Grade maassgebend.

Die physiologische Ursache der für die Umbildung der Formen so hochbedeutenden Correlation und damit die letzten Ursachen der sprungweisen Entwicklung suchte ich früher mit folgenden Worten deutlich zu machen: „Sowie irgend etwas im ursprünglichen Zustand, in der ursprünglichen Anordnung von Theilchen des Organismus verändert wird, kommen auch andere Theilchen in Bewegung, alles ordnet sich zu einem neuen Ganzen an, hat — oder bildet — eine neue Art“ — eben „wie in einem Kaleidoskop, in welchem, sobald bei der Drehung ein Theilchen fällt, auch die anderen in Bewegung gerathen und sich zu einem neuen Bild zusammenstellen, gleichsam krystallisiren [2]).“

Und diese Verhältnisse, fügte ich hinzu, werfen auch ein Licht auf das Fehlen von Zwischenformen: bei der Entstehung neuer Arten

---

1) M. v. Chauvin in Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XLI. p. 385, 1886.

2) Variiren der Mauereidechse.

haben die Thiere durchaus nicht nothwendig alle denkbaren Zwischenformen durchgemacht.

Auch in diesen Sätzen liegt die Voraussetzung, dass durch Correlation, bezw. durch sprungweise Entwicklung, neue Arten entstehen können ohne Zuhülfenahme der Auslese, so sehr diese auch die Ausbildung der ersten neuen Eigenschaft begünstigen kann, wie das gerade beim Axolotl der Fall gewesen sein wird.

Für weitere Beispiele von sprungweiser Entwicklung verweise ich auf das Folgende.

Wenn ich solche sprungweise Entwicklung vertrete, so brauche ich nicht hervorzuheben, dass dieselbe mit der von Kölliker aufgestellten Annahme einer sprungweisen Entwicklung nichts zu thun hat.

Kölliker, welcher wiederholt gegen das Nützlichkeitsprincip, den eigentlichen Darwinismus aufgetreten ist, vertritt eine Entwicklung der Formen aus „inneren Ursachen", auf Grund eines „allgemeinen Entwicklungsgesetzes." Dabei spielen die Eier auch der höheren und höchsten unter den jetzt lebenden Thieren als „Urorganismen" eine besondere Rolle: es wird angenommen, dass z. B. die Eier bezw. die Keimzellen einer bestimmten Form in Folge eines aus inneren Ursachen geänderten Entwicklungsmodus in neue Formen übergehen konnten. Stehen die neugebildeten Formen weit auseinander, so gehören sie einer neueren Gattung, Familie, Ordnung an; stehen sie sich nahe, so verhalten sie sich wie Varietäten und Arten zu einander.

Weiter wäre nach Kölliker daran zu denken, ob nicht neue Formen durch innere Keime oder äussere Knospen erzeugt werden. Hierfür werden die Erscheinungen des Generationswechsels beigezogen.

Drittens wäre daran zu denken, ob nicht ebenso wie Eier,

Keime und Knospen auch freilebende Jugendformen von Thieren die Fähigkeit besassen, eine andere Entwicklung als die typische einzuschlagen.

Endlich wird auch der Möglichkeit einer „schnellen Umbildung fertiger Geschöpfe in andere“ gedacht.

In allen diesen Fällen hätten wir eine sprungweise Entwicklung, „jedoch ist diese im Wesentlichen auf die embryonale Zeit, ja selbst auf die ersten Stadien derselben zu verlegen.“

Ausserdem wird auch eine langsamere Umbildung geringeren Grades als möglich anerkannt und derselben einige Wirkung zugeschrieben, indessen soll sie im Wesentlichen gleichfalls in die embryonale Zeit fallen.

„Wir hätten somit“, sagte ich in „Variiren der Mauereidechse“, „nach Kölliker eine Entwicklung nach oben, zu höheren Formen aus inneren Ursachen. Es müssten demnach Urorganismen — Eier — aus inneren Ursachen sich sprungweise zu höheren Formen, z. B. zum Säugethier, hinaufgebildet haben, und es wäre ihnen dies gelungen, gleichviel, ob sie da oder dort angestossen hätten, gleichviel, wie die äusseren Verhältnisse, in welchen sie lebten oder leben sollten, beschaffen waren. Anpassung kommt nicht in Frage — ob ein neu entstandener Theil nützlich oder schädlich war, ist gleichgültig — es ist nicht anders zu denken, als dass dem Urorganismus aus inneren Ursachen die ganze Laufbahn, welche er durchzumachen hatte, genau vorgezeichnet war und dass dieser Plan (das Wort Entwicklungsplan wird wiederholt gebraucht und zwar als gleichbedeutend mit „allgemeine Naturgesetze“) von vornherein in Uebereinstimmung stand mit den äusseren Verhältnissen.“

Auch Kölliker erklärte, wenn auch nicht in seiner ersten bezüglichen Schrift, so doch später, seine inneren Ursachen für physikalisch-chemische.

Die Thatsachen, auf welche sich meine Auffassung von der Umbildung der Arten gründet, zeigen, in Uebereinstimmung mit den von Würtenberger auf palaeontologischem Gebiet hervorgehobenen,

dass die letzten, die höchsten Stufen der Ausbildung der Thiere für die Umbildung der Arten maassgebend sind. Für die von Kölliker vertretene entgegengesetzte Ansicht werden Thatsachen von ihm so wenig aufgeführt wie für die anderen von ihm aufgestellten Sätze — sie beruht eben nur auf Annahmen, auf „Denkbarem" und „Möglichem". Dabei bekämpft Kölliker, wie schon bemerkt, den Darwinismus, das Nützlichkeitsprincip durchaus [1]).

Die übrigen der im Vorstehenden als Ursachen der Trennung der Organismenwelt in Arten bezeichneten Punkte werden im Folgenden ihre Erledigung finden. Hier bemerke ich nur zur Frage von der

Constitutionellen Imprägnation (constitutionelle Anpassung)

vorläufig das Folgende:

Der Satz, dass eine Eigenschaft, je länger sie unter sonst gleichen Verhältnissen an einem Organismus besteht bezw. durch fortgesetzt wiederholte Vererbung sich erhalten hat, um so mehr sich befestigen muss, bedarf kaum eines weiteren Beweises als den, welche die physiologische Ueberlegung an die Hand geben wird. „Bleibt", sagte ich [2]), „eine Form auf einer tieferen phyletischen Stufe stehen, so wird sie, je länger sie stehen bleibt, um so mehr aus rein constitutionellen Ursachen eine andere werden, indem ihre Eigenschaften sich dem Organismus fester und fester einprägen (constitutionelle Imprägnation). Sie wird also nach einer gewissen Zeit nicht mehr dieselbe sein, welche sie damals war, als ihre Verwandten sich von ihr trennten. Sie wird, je länger sie mit diesen

---

1) Vergl. Kölliker, Ueber die Darwin'sche Schöpfungstheorie, Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XIV. Ferner: Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Pennatulidenstammes, nebst allgemeinen Betrachtungen zur Descendenzlehre. Frankfurt (Senkenberg'sche Abhandlungen) 1872. Entwicklungsgeschichte, II. Aufl. 1879, S. 6 und S. 27.

2) „Variiren" etc.

Eigenschaften zu existiren vermag, um so mehr in anderer Weise, als jene correlativ sich verändern, um so mehr aber auch im Stande sein, gerade diese, die conservirten Eigenschaften gegenüber dem Anpassungszwang zu erhalten, und es wird sich dieser letztere mit grösserem Erfolg der Umänderung auf andere Eigenschaften werfen."

Vervollkommnung und Vereinfachung in der Artentwicklung.

Ich komme zu der zweiten der vorhin aufgestellten Fragen, zu der Frage, aus welchen Gründen jede höherstehende Art die nächstniedere um etwas in der Ausbildung überbieten konnte — welches die Ursachen der Vervollkommnung sind.

Am deutlichsten wird dieses Vorwärts in der Gestaltung der Organismenwelt durch die Betrachtung der Entwicklung irgend eines — nur nicht eines rückgebildeten — Einzelwesens. Das Einzelwesen durchwächst in dieser Entwicklung die Reihe seiner Ahnen, aber es wächst um eine Stufe weiter heran zu der Bildung, welche eben sein eigenes Wesen ausmacht, es von der nächst tieferen Stufe unterscheidet.

Nägeli hilft sich mit einem „Vervollkommnungsprincip".

Ich nehme mit ihm an, es müsse ein Fortschritt zum Zusammengesetzteren und zur Theilung der Arbeit darin begründet sein, dass eine einmal erreichte höhere Stufe die Grundlage zu einer noch höheren abgeben kann, indem jene, das Bestehende, nothwendig die Grundlage für weitere Umbildung sein wird.

Indessen hat meine Ansicht doch mit einem „Vervollkommnungsprincip" im Sinne Nägeli's nichts zu thun. Ich gestehe, dass ich in Beziehung auf die Beurtheilung dieser Grundlage der Nägeli'schen Theorie zu denjenigen mich rechne, welche ihr Urheber als die „minder Weitsichtigen" bezeichnet, wenigstens insoweit, als ich die Annahme eines solchen auf Grund organischen Beharrungsvermögens arbeitenden Vervollkommnungsprincips, obschon dasselbe

als ein mechanisch-physiologisches erklärt wird, eben doch nur für eine Annahme halte, für eine Art von Zielstrebigkeit oder Teleologie, gegenüber welcher die Anerkennung einer ausserhalb der körperlichen Natur stehenden treibenden, persönlich gedachten, alle Dinge regelnden Kraft mir völlig gleichberechtigt erschiene [1]).

Die Artbildung ist nicht mit der Entstehung der Zweige eines Baumes durchaus zu vergleichen. Sie beruht nicht nur auf Vervollkommnung, sondern ebensowohl auf Stehenbleiben, auf Verkümmerung und Vereinfachung und auf Rückschritt in der Zusammensetzung und in der Arbeitstheilung — d. h. im Wachsen mit all den Abänderungen, welche dasselbe durch Hemmung und durch aufgezwungene Abänderungen erleiden kann.

Die zahlreichen Arten, welche auf Verkümmerung, auf Rück-

---

1) Hierzu möchte mir noch eine Bemerkung pro domo gestattet sein. Nägeli wendet sich in der Einleitung zu seinem Buche sehr scharf gegen die Unberechtigten, welche sich unterfangen, sich über die Frage der Entstehung und Entwicklung der Organismen zu äussern. Er nimmt dieses Recht ausschliesslich für den Physiologen von Fach in Anspruch und zählt unter die Nichtphysiologen auch Darwin und Haeckel. Solcher Zunftkreis scheint mir denn doch zu eng gezogen. Man darf für die Forscher, welche eine tüchtige physiologische Schulung genossen haben und deren Denken schon auf Grund dieser Schulung nothwendig auf physiologischem Boden mit stehen muss — und zu ihnen möchte ich bescheidentlich auch mich selbst gerechnet wissen — die Aufnahme in diesen Kreis gewiss verlangen. Aber bekanntlich haben die Nichtzünftler zuweilen viel grössere Gedanken als die Zünftler. Auch könnte man nach dem Grundsatz Nägeli's umgekehrt auf die Frage kommen, ob denn die Gesetze der Pflanzenphysiologie und überhaupt die diesem begrenzten Zweig der Wissenschaft zur Verfügung stehenden Thatsachen genügen und dieselbe berechtigen, eine die gesammte Morphologie und Physiologie des Thierreichs mit berührende Angelegenheit zu behandeln. Jedenfalls bietet das Thierreich wegen seiner grösseren Manchfaltigkeit und wegen der aktiven Bethätigung seiner Organe ein weites Feld für die Beurtheilung von Fragen, welche dem Botaniker gar nicht vor Augen treten. Grund genug, dass die Anstösse zu einer wissenschaftlichen Entwicklungslehre von Zoologen oder doch von zoologisch Gebildeten ausgegangen sind, nicht von ausschliesslichen Botanikern.

bildung beruhen, sind jedem Zoologen bekannt. Es ist augenfällig, dass die äusseren Lebensverhältnisse die Veranlassung zu ihrer Entstehung gegeben haben, dass sie entstanden sind durch Vererbung von auf Grund dieser Verhältnisse erworbener und vererbter Wachsthumsveränderungen.

Meine umfassenden, erst zum geringsten Theil veröffentlichten Untersuchungen über das Abändern der Thiere, besonders mit Beziehung auf die Zeichnung und Färbung, beweisen aber auf das Bestimmteste, dass die Richtungen auch des nicht z. B. durch Parasitismus bedingten, ich möchte sagen, die Richtungen des freien Abänderns, in sehr vielen Fällen nach Vereinfachung und nicht nach grösserer Zusammensetzung zielen. Wie viel dabei darauf zu setzen ist, dass etwa die Vereinfachung mit gleichzeitig an anderer Stelle stattfindendem Fortschritt der Ausbildung in Zusammenhang steht und wie viel auf Rechnung der Anpassung kommt, das ist für jeden Einzelfall zu untersuchen und das müssen meine Beispiele zeigen. Schon die bis jetzt von mir mitgetheilten Thatsachen über die Zeichnung der Thiere, die Umbildung einer Längsstreifung in Fleckung, Querstreifung und schliesslichen Schwund der Zeichnung, widersprechen dem Nägeli'schen Vervollkommnungsprincip.

Insbesondere aber werden meine Untersuchungen über die Zeichnung der Schmetterlinge Beispiele dafür liefern, dass Abänderungen im Sinne der Vereinfachung ebenso wie grösserer Zusammensetzung mit wunderbarer Sicherheit, wie nach einer vorgezeichneten Bahn, in bestimmter, in derselben Richtung bei verwandten, aber räumlich vollkommen getrennten Arten, ja in ganz verschiedenen Faunengebieten, statthaben, derart, dass zuweilen äussere Einwirkungen unzweifelhaft wesentlich als maassgebend erscheinen. Und zwar handelt es sich in vielen Fällen um reine Vereinfachung, d. i. um Vereinfachung unter vollkommenem Ausschluss des Ersatzes (Compensirung) durch grössere Zusammensetzung an anderer Stelle. Ebenso zeigen auch diese Beispiele

wiederum, dass weder die geringe Rolle, welche Nägeli, noch die völlig beherrschende, welche Weismann der Anpassung zuschreibt, gerechtfertigt ist.

Der Vorgang der Entwicklung ist nicht, wie Nägeli meint, einem ewig wachsenden Baum zu vergleichen, an welchem die „Anpassung" nur so weit wirkt, dass sie Zweige abschneidet, das Ganze zustutzt. Die Anpassung wirkt zugleich, wenn auch nur mittelbar, veredelnd und stärkend, überhaupt abändernd. Am Baume verkümmern viele Zweige und bilden sich manchfach um, andere aber sterben ab. Ich habe seiner Zeit ein anderes Bild für die Entwicklung gebraucht:

„So können wir — sagte ich — den ganzen Process der Umbildung der Formen vergleichen mit den Folgen einer Völkerwanderung über weite, fremde Gebiete. Die einen Geschlechter bleiben, weil sie nicht die Kraft haben, zu folgen, früher, andere später zurück (Genepistase), wieder andere erreichen ein fernes Ziel. Die einen erhalten ihre Eigenschaften in der neuen Heimath oder festigen sie sogar, ändern sie correlativ um, andere verändern sich unter der Einwirkung äusserer Verhältnisse und passen sich der Umgebung an — was nicht widerstandsfähig genug ist, bleibt am Wege liegen und geht zu Grunde, und ist der Kampf ums Dasein irgend heftig, so bleiben nur die allertüchtigsten übrig. Je eher die Verbindung zwischen den einzelnen Geschlechtern verloren geht, um so eher erscheint jedes derselben als eine neue Art, als eine neue Gattung — alle aber tragen den Stempel gemeinsamer Abstammung." [1])

Ich gestehe indessen gerne, dass auch dieses Bild, wie alle Bilder, nicht vollständig ist.

Ich finde also die letzten und wesentlichsten Ursachen der Vorwärtsentwicklung selbstverständlich in allen Ursachen des

---

1) „Variiren" etc.

Wachsens überhaupt — also in allen Einwirkungen der Aussenwelt auf die Organismen.

Man hat nun gesagt, es sei gänzlich unverständlich, wie die wechselnden äusseren Verhältnisse ein stetiges Vorwärts der Entwicklung sollten veranlassen können (Weismann). Dem gegenüber dürfte zunächst eben der Satz hervorgehoben werden, dass jede erreichte höhere Stufe der Entwicklung ein festgefügter Zustand ist — nach Vorstehendem um so mehr festgefügt, an sich die neue Gestaltung festigend, je länger er besteht — ein Zustand, welcher demnach um so weniger leicht zurückzubilden sein wird, je länger er besteht, welcher aber schon durch stetige Wiederholung von Reizen, auch wenn diese keine ungewöhnliche Steigerung der Stärke aufweisen, im Laufe langer Zeiten Veränderung im Sinne zusammengesetzterer (höherer) Ausbildung, besonders unter Mitwirkung der Auslese erfahren wird, welcher solche höhere Ausbildung aber in ausgiebiger Weise erfahren wird, sowie eine ungewöhnliche Steigerung der Reize stattfindet — in beiden Fällen durch Abänderung, bezw. Steigerung des Wachsthums.

Für die Wirkung andauernder, sich gleichbleibender Reize diene als Beispiel der Einfluss des Gebrauchs der Organe, ferner der abhärtende Einfluss der Kälte und anderer Witterungseinflüsse, für die Wirkung gesteigerter Reize der Einfluss der Wärme auf die Pflanzenwelt, wie er sich in vielen Eigenschaften des letzteren in den verschiedenen Wärmegebieten der Erde offenbart.

Ebenso wird andauerndes Aufhören der Reize oder Verminderung derselben Vereinfachung der Zusammensetzung, auf Grund von Veränderung des Wachsthums, zur Folge haben.

Sowie die Kraft des Wachsens, sei es durch längeren Stillstand oder durch Rückschritt oder

durch Fortschreiten bei irgend einer Art durch besondere äussere Verhältnisse eine Aenderung erfahren hat, wird Wiedereingreifen eines Reizes — und sei er der sonst gewöhnlichste — einen **neuen** Boden vor sich haben und wird zur Anregung eigenartigen Wachsens, zu neuer Gestaltung führen.

Es ist nun aber die Frage zu beantworten, warum die Männchen den Weibchen der Thiere in der Vervollkommnung wesentlich vorangehen, warum wieder die älteren Männchen zuerst die neuen Eigenschaften haben und warum diese Neubildung (Vervollkommnung) der Eigenschaften am Körper in bestimmter Richtung, wesentlich von hinten nach vorn, geschieht. Und da die die Zeichnung betreffenden Eigenschaften in der Hauptsache in der Umbildung einer Längsstreifung in Fleckung und dieser in Querstreifung bestehen, so frägt es sich: welches sind die Ursachen dieser Umwandlung? Welches sind überhaupt die Ursachen der Umbildung der Zeichnung nach bestimmten Richtungen auch im Kleineren, in den Zwischenstufen zwischen Längsstreifung und Fleckung und Querstreifung?

Ich glaubte die Vermuthung aussprechen zu dürfen [1]), „dass die Thatsache der ursprünglichen Herrschaft der Längsstreifung im Zusammenhang stehen möchte mit der ursprünglich herrschenden monokotyledonen Pflanzenwelt, deren Streifen und Streifenschatten die Streifenzeichnung längsgestreifter Thiere entsprochen haben würde, und ferner, dass die Umwandlung der Streifenzeichnung in eine Fleckenzeichnung in Zusammenhang stehe mit der Ausbildung einer Pflanzenwelt, welche Fleckenschatten warf. — In der That sprechen zahlreiche Erscheinungen dafür, dass in früheren Zeiten unsere Thierwelt viel mehr gestreift gezeichnete Glieder aufzuweisen hatte,

1) „Variiren“ etc.

als dies heute der Fall ist“ — die amerikanische Thierwelt zeigt vielfach die tiefere Stufe der Entwicklung der Zeichnung an ihren Thieren gegenüber den unsrigen — sie zeigt also heute noch ein Bild jenes Zustandes der Vorwelt. — Gestützt wird jene meine Vermuthung etwas durch die Thatsache, „dass auch heute stark fleckige Formen wesentlich an Orten mit Fleckenschatten, längsgestreifte mehr auf Grasboden u. s. w. vorkommen. Junge Nacktschnecken und Raupen sind sehr oft längsgestreift. Querzeichnung ist vielleicht in Zusammenhang zu bringen“, meinte ich, „mit den Schatten z. B. des Gezweiges der Holzpflanzen — so fällt die Zeichnung der Wildkatze im Geäste der Bäume nicht auf.“ — Andere haben schon z. B. die Querstreifung des Tigers mit den Schatten des Bambusrohres, in welchem er lebt, in Beziehung gebracht.

Auch Weismann hat in den verschiedenen Arten der Zeichnung der Sphingidenraupen Anpassungen an ihre Lebensverhältnisse gesucht. Und indem er zunächst die letzten Ursachen der Entstehung irgend einer dieser Zeichnungen unberücksichtigt lässt, sagt er: „Schon der erste Anfang einer Streifung muss nützlich gewesen sein, denn er zerlegte für das Auge des Beschauers bereits die grosse auffällige Fläche des Raupenkörpers in mehrere Stücke und machte sie dadurch weniger auffallend.“

Man betrachte in der That nur eine solche hell längsgestreifte, grüne Raupe, wenn sie der Länge nach an einem Grashalm oder an einer Kiefernadel sitzt!

Weismann hebt hervor, dass alle Sphingidenraupen, bei welchen die Längsstreifung heute noch die bleibende Zeichnung ist, entweder zwischen Gräsern oder an Koniferen leben.

Die Schrägstreifung wurde von ihm durch Anpassung an gerippte Blätter, die Ring-, bezw. Augenfleckenzeichnung als Nachahmung von Theilen der Nahrungspflanzen, Beeren und dgl. oder als Schreckmittel oder als Widrigkeitszeichen aufgefasst.

Die Präponderanz der Männchen liesse sich, so meinte ich

selbst weiter, vielleicht dadurch erklären, dass die Männchen den Kampf um's Dasein mehr aufnehmen als die Weibchen und dass sie also stets zuerst an neue Anforderungen angepasst sein müssen. Die postero-anteriore Entwicklung aber dadurch, dass der vom Kopf am meisten entfernte Körpertheil am anpassungsbedürftigsten sein werde, weil er am wenigsten anderweitig, durch die Sinnesorgane, geschützt, und weil er besonders dadurch im Nachtheil sei, dass er zuletzt der Verfolgung durch den Feind sich entziehe — einige umgekehrte Fälle bei Raupen suchte ich auf besondere Anpassungen zurückzuführen. Die Thatsache, dass bei den Säugethieren die neue Zeichnung zuerst an den Seiten entsteht, dürfte dadurch verständlich werden, dass die Seiten am meisten den Blicken der Feinde ausgesetzt sind, sicherlich mehr als die Zeichnung am Rückgrat, welche stets auf tieferer Stufe stehen bleibt.

„Die Präponderanz des Alters“, sagte ich, „erklärt sich zunächst dadurch, dass diejenigen Individuen, welche am meisten der Umgebung angepasst sind, in der Regel auch die ältesten werden und dass sie am meisten Zeit haben, ihre Eigenschaften fortzupflanzen.“

„Weil aber die mit der neuen Zeichnung versehenen Individuen am längsten leben, bezw. die neue Zeichnung am längsten tragen, wird diese auch dem Organismus am festesten gewissermaassen eingeimpft und wird deshalb auch vorzüglich gern auf die Nachkommen übertragen werden. Je länger sie also von den betreffenden Individuen getragen worden ist, um so nachdrücklicher wird sie sich aus konstitutionellen Ursachen vererben, und da sie um so länger getragen wird, je nützlicher sie ist, so wird sie sich um so leichter vererben, je nützlicher sie ist, d. h. es ist die konservative, mit auf konstitutioneller Ursache beruhende Anpassung, welcher für die Frage eine bedeutende Rolle zugeschrieben werden muss.“

Alles dies erklärt nun aber nicht das erste Auftreten der neuen Eigenschaften, noch erklärt es den so sicheren Weg der Entwicklungsrichtung.

Denn wenn man zahlreiche abändernde Individuen vergleicht, so sieht man eben, dass die Abänderung aller einem bestimmten Ziele zustrebt und dass die Mehrzahl der Zwischenformen Stufen der Ausbildung von Eigenschaften trägt, welche ihnen noch gar nicht nützlich sind.

Sie ist nicht anders als durch natürliches Wachsen zu erklären, dessen Wirkungen durch den Zwang der Anpassung bis zu einem gewissen Grade verändert, gestärkt oder geschwächt, zuweilen auch ganz zurückgehalten werden können.

Dass dieses Wachsen nach bestimmten Richtungen geschieht und dass es an bestimmten Stellen beginnt, kann nichts Wunderbareres haben, als dieselben Vorgänge im individuellen Wachsen, welche allerdings bei den Pflanzen deutlicher sind als bei den Thieren, und bei diesen sind sie, des aktiveren Lebens wegen, auch viel mehr durch die Anpassung geändert und verwischt als dort.

Ein wesentlicher Theil der letzten Ursachen der Wachsthumsrichtung aber wird selbst in gröberen physiologischen Verhältnissen des Körpers, z. B. in der Vertheilung des Blutes u. a. gesucht werden müssen. Insbesondere beruht die Neigung zu symmetrischer, bezw. auch metamerischer (folgeweiser) Bildung gerade der Zeichnung offenbar mit auf solchen Verhältnissen.

Dass das Männchen dem Weibchen im phyletischen Wachsen vorangeht, wird, abgesehen von der Bedeutung der Anpassung für dieses Vorangehen, verständlich durch seine grössere Kraftentwicklung; und dass das Wachsen neuer Eigenschaften sich erst in späterer Lebenszeit, in der Zeit vollster Entwicklung, bezw. am Ende der gewöhnlichen und allgemeinen Ausbildung zeigen kann, versteht sich, abermals abgesehen von der Bedeutung der Anpassung, nach meiner Wachsthumstheorie wiederum von selbst.

Diese meine Auffassung wird aber weiter dadurch gestützt, dass eine wesentliche Ursache der männlichen Präponderanz deutlich in den zur Brunstzeit, zur Zeit des grössten Kräftezustandes, auftretenden und viel-

fach später sich auf die Männchen überhaupt und dann auf die ganze Rasse vererbenden Eigenschaften besteht. Nicht nur Farben und kräftige Zeichnung gehören hierher — eine grosse Reihe von männlichen Eigenschaften wäre zu erwähnen, welche ursprünglich nur als solche Geschlechtsmerkmale beim Männchen augenscheinlich vorhanden waren. Und viele Beispiele kennen wir, in welchen jetzt solche Eigenschaften bei den Männchen zur Brunstzeit höchst auffallende Bildungen darstellen, wie der Rückenkamm mancher Wassermolche (Tritonen), die hakenförmige Aufbiegung des Unterkiefers bei Lachs und Forelle. Eine in unserem Sinne interessante Thatsache ist es, dass letztere Bildung bei alten Männchen der Lachse beständig wird, so dass man sogar solche „Hakenlachse" für eine besondere Art gehalten hat.

Die im Vorstehenden berührten Thatsachen: 1) die Entwicklung nach bestimmten Richtungen, 2) das Auftreten neuer Eigenschaften an bestimmten Stellen des Körpers und ihr Fortschreiten in bestimmter Richtung während des Einzellebens, 3) das symmetrische, bezw. metamerische Auftreten von Eigenschaften, 4) das erste Auftreten neuer Eigenschaften in später Lebenszeit, gewissermaassen am Endpunkt der vorher erreichten Ausbildung, 5) ihr erstes Auftreten zur Zeit der grössten Kraftentwicklung — diese Thatsachen möchte ich sämmtlich als solche bezeichnen, welche mit meiner Wachsthumstheorie nicht nur in vollem Einklang stehen, sondern welche sehr deutlich zu Gunsten derselben sprechen. Sie lassen sich alle mit Vorgängen vergleichen, welche auch bei dem, ich möchte sagen, durchsichtigeren individuellen Wachsen irgend einer Pflanze zu erkennen sind. Es gilt dies besonders zunächst für die unter 2) und 4) angeführten Thatsachen: von den Spitzen aus wachsen die Pflanzen — ja vom Endpunkt der vorher abgelaufenen Entwicklung, bezw. der vorher erreichten Ausbildung, vom sog. Vegetationspunkt aus, entstehen neue Eigenschaften.

So entstehen die eigentlichen bleibenden Blätter nach dem Auftreten der Samenlappen; nach den Laubblättern die Blüthen mit

ihren aus Blattbildungen bestehenden Theilen, und unter den Laubblättern zuweilen wieder verschiedene in aufeinanderfolgenden Formen oder gar Farben.

Wie bei den Pflanzen, zeigen sich auch bei den Ammonitenschalen die neuen Eigenschaften am jüngsten Theil, gewissermassen an der Spitze. Denn der Mündungstheil dieser Schale ist, wie auch an den Schneckenhäusern der jüngste. Das Wachsen dieser Schalen erfolgt, wie wir heute noch an der Schale des Nautilus sehen können, in gewissen Absätzen — es steigerte sich, jedenfalls je zur Zeit der grössten Kraftentwicklung, welche mit günstiger Jahreszeit zusammengefallen sein wird, um dann wieder abzunehmen und stille zu stehen, wie uns das die Gehäuse unserer Weinbergsschnecke und die Jahresringe irgend eines Baumstammes so schön zeigen. Dass dieses periodische Wachsen die Ausbildung je hintereinander stärker und schwächer auftretender Eigenschaften im Gefolge hatte, ist nicht zu verwundern. Ein hoher Grad von Symmetrie, bezw. Metamerie kann schon dadurch veranlasst sein.

Diese Betrachtungsweise scheint mir auch die Erklärung der Entstehung der symmetrischen, bezw. metamerischen Eigenschaften gegliederter Thiere und deren Einfügung in die vorgetragene allgemeine Gesetzmässigkeit möglich zu machen. Dass bei solch gegliederten Thieren jedes Glied dieselben Eigenschaften hat, darf nicht verwundern. Es sind ja diese Glieder aus einem Ganzen durch Theilung entstanden und es verhält sich das erste zum zweiten, wie das zweite zum dritten u. s. f. Da nun bei Eidechsen wie bei Raupen (vergl. später) und ebenso bei Säugethieren und Vögeln neue Eigenschaften der Zeichnung am hinteren Theil des Körpers zuerst entstehen, und von da nach vorne rücken, so frägt sich zunächst, ob diese Thatsache mit der für Pflanzen und Ammoniten gegebenen Erklärung übereinstimmt, d. h. ob die hintersten Theile bei diesen Thieren als die jüngsten betrachtet werden dürfen. Ich meine ja. Ich schicke voraus, dass ja auch ein Wirbelthier folgeweise gegliedert ist und dass sehr viel für die

Annahme spricht, es seien die Wirbelthiere Formen gewesen ähnlich gegliederten Würmern — aus verschiedenen Gründen werden sie von Manchen gar als aus solchen hervorgegangen betrachtet. Ebensolche Beziehungen haben die Arthropoden, bezw. die Raupen zu den Gliederwürmern (Anneliden). Bei diesen letzteren bestehen aber in der That die vordersten Glieder offenbar aus dem ältesten Stoff. Dafür sprechen Thatsachen aus der Ontogenie: soweit man auf den Beginn und die Folge der Gliederung der Anelidenlarven bis jetzt überhaupt besonderes Augenmerk gerichtet hat, nimmt dieselbe ihren Anfang im vorderen Abschnitt des Körpers und schreitet von da nach hinten fort — der Wurm muss also nach hinten wachsen. Ganz dasselbe ist z. B. bei der Selbsttheilung des in unserem Süsswasser lebenden sogenannten Wasserschlängchens, Nais proboscidea, zu beobachten: an den jungen, aus der Theilung hervorgehenden Würmern besteht der neue Kopf stets aus dem ältesten Stoff, das Wachsen geschieht nach hinten.

Uebrigens handelte es sich für mich beim Berühren dieses Gegenstandes heute nur um das Geltendmachen bestimmter Gesichtspunkte zur Lösung einer Frage, welche eine Arbeit für sich darstellt. Auch bin ich vorläufig nicht in der Lage, auf ähnliche Weise die bei manchen Säugethieren vorkommende infero-superiore Umbildung der Zeichnung zu erklären.

Dritter Abschnitt.

Bedeutung der Anpassung für die Artbildung.

Ist Alles angepasst?

Nach Vorstehendem scheint mir also, abgesehen von Kölliker's Hypothese, weder der Ansicht Nägeli's, welche dem Nützlichkeitsprincip eine fast verschwindende Rolle zuschreibt, noch der Weismann's, welche die Anpassung als allbeherrschend auffasst, zugestimmt werden zu können. Die Wahrheit liegt in der Mitte. Weismann erklärt in seiner neuesten Schrift Alles für angepasst. Als Beispiel für solche vollkommene Anpassung beschreibt er den Walfisch.

Er spricht zu Nägeli, indem er sagt, er begreife vollkommen, dass es dem Botaniker näher liege als dem Zoologen, zu inneren Entwicklungskräften seine Zuflucht zu nehmen; „die Beziehungen der Form zur Funktion, die Anpassung des Organismus an die inneren und äusseren Lebensbedingungen treten bei den Pflanzen weniger hervor, fallen weniger ins Auge, ja sind oft nur mit grossem Aufwand von Beobachtung und Scharfsinn überhaupt aufzudecken. Die Versuchung liegt deshalb näher, Alles von inneren beherrschenden Ursachen abhängig zu denken." Und weiter sagt er: „Jedenfalls kann der Thierbiologe gar nicht genug betonen, wie genau und wie bis ins Kleinste hinein Form und Funktion zusammenhängen, wie vollkommen beherrschend die Anpassung an bestimmte Lebensbedingungen sich im thierischen Körper geltend macht. Da ist nichts Gleichgültiges, Nichts, was auch anders sein könnte,

jedes Organ, ja jede Zelle und jeder Zelltheil ist gewissermaassen abgestimmt auf die Rolle, welche er der Aussenwelt gegenüber zu übernehmen hat. Gewiss sind wir nicht im Stande, bei irgend einer Art alle diese Anpassungen nachzuweisen, aber wo immer es uns auch gelingt, die Bedeutung eines Strukturverhältnisses zu ergründen, entpuppt es sich immer wieder als eine Anpassung und wer es je versucht hat, den Bau irgend einer Art eingehend zu studiren und sich Rechenschaft zu geben von der Beziehung seiner Theile zur Funktion des Ganzen, der wird sehr geneigt sein, mit mir zu sagen: es beruht Alles auf Anpassung." Allerdings fügt Weismann dem hinzu: „das sind Ueberzeugungen — ich gebe es zu — keine absoluten Beweise."

„Wenn nun aber," folgert er, „der Organismus überhaupt nur aus Anpassungen auf Grundlage der Konstitution der Vorfahren besteht, dann ist nicht abzusehen, was noch zu thun übrig bliebe für eine phyletische Kraft, mag man sie sich auch in der verfeinerten Form des Nägeli'schen Idioplasmas vorstellen."

Weismann beschreibt also den Walfisch, um die vollkommene Anpassung zu beweisen und schliesst: „Und nun wiederhole ich meine vorhin gestellte Frage in Bezug auf diesen speciellen Fall: Wenn Alles, was an den Thieren Charakteristisches ist, auf Anpassung beruht, was bleibt dann auch übrig für die Thätigkeit einer inneren Entwicklungskraft?"

Auch ich will nichts wissen von einer besonderen inneren Entwicklungskraft — es geht nach meiner Ansicht Alles bei der Entwicklung mit ganz natürlichen Dingen, ganz materiell, physikalisch zu.

Ich habe einzelne Thierformen genau auf die fraglichen Verhältnisse untersucht. Aber ich bin zu einer Auffassung gekommen, welche derjenigen Weismann's: „Es beruht Alles auf Anpassung" nicht entspricht.

Wenn aber Weismann sagt: auch da, wo wir eine Eigenschaft für jetzt nicht als angepasst erkennen, werde sie sich schliess-

lich als angepasst erweisen, so glaube ich diesen Satz mit Bezug auf sein eigenes Beispiel umkehren und sagen zu dürfen: Wir kennen zahlreiche Lebensverhältnisse und Lebensbedingungen des Walfischs nicht entfernt genau genug, um behaupten zu können, dass er denselben so vollkommen angepasst sei, wie Weismann meint. Genau kennen wir unsere eigenen Lebensbedingungen und Lebensverhältnisse und, abgesehen davon, dass die Annahme grösserer oder geringerer Anpassung bei uns Geschmackssache ist, muss wohl zugegeben werden, dass diese Anpassung eine vollkommene jedenfalls nicht genannt werden kann — nicht auf der Höhe des Lebens, geschweige denn im Kindes- und Greisenalter.

Welche Zahl würde wohl, um nur ein Beispiel anzuführen, herauskommen, wenn man feststellen könnte, wie viele lebenskräftige Menschen jährlich nur allein an den Folgen des Steckenbleibens von Obststeinen u. dgl. in dem unnöthigen Wurmfortsatz des Blinddarms elendiglich zu Grunde gehen?

Indessen ist es selbstverständlich, dass die Anpassung bei hochgestellten, den Gefahren des Lebens sehr ausgesetzten Organismen eine viel grössere sein muss als bei manchen niederen; bei solchen, die mehr Feinde haben und hatten, viel grösser als bei anderen, die wenige haben und deren Vorfahren wenige hatten. Und ich bestreite nicht, dass es Formen gibt, welche den äusseren Verhältnissen in der That so hochgradig angepasst zu sein scheinen, wie Weismann annimmt. Aber das beweist nicht mehr, als dass sie eben vielleicht dergestalt angepasst sind. Für alle Formen, welche hochgradig abändern, wird die Annahme vollkommener Anpassung von vornherein durchaus unwahrscheinlich sein. Es gibt aber solche Formen, von denen wir mit aller erforderlichen Gewissheit sagen können, dass ihre Formgestaltungen nicht auf Anpassung, sondern auf einer in der physikalischen und chemischen Einwirkung äusserer Mittel auf den gegebenen Stoff des Organismus begründeten „Krystallisation“ beruhen müssen.

In meiner Schrift über das Variiren der Mauereidechse äusserte

ich mich mit Bezug auf die Anpassung dahin, dass das Individuum nicht nur zum Nutzen seiner selbst eingerichtet sein kann: „nur undenkbar grober Egoismus könnte dies ernstlich annehmen — es ist das Individuum nichts als ein Rädchen im Uhrwerke des Weltganzen — diesem müssen seine Eigenschaften dienen, diesem sind sie angepasst; für das Rädchen, für das Individuum selbst aber fällt nur so viel Procentsatz vom Nutzen ab, als die Ordnung des Ganzen ihm gutschreibt, als durch diese ihm zukommt.“ Es ist gewiss keine Anpassung für die organischen Wesen, dass sie ohne Nahrung nicht leben können; und für das Lamm, welches vom Wolf gefressen wird, ist dieser Mangel an Anpassung besonders fühlbar, wie für uns an sich der Tod, das allmälige Erlöschen, eben nachdem das höchste Maass von Kenntnissen und Erfahrungen gewonnen ist. Aber beides ist bedingt durch die Substanz, aus welcher wir bestehen und diese ist wiederum bedingt durch den Kreislauf zwischen anorganischer und organischer Natur.

„Warum“, sagte ich, „haben die aus den Zellen einer Spongie herauskrystallisirenden Kalk- oder Kieselkörperchen, warum haben die Kalkkörperchen der Korallenstöcke, warum die Kalkkörperchen der Holothurienhaut gerade diese oder jene zierliche und keine andere Form? Doch wohl aus denselben Gründen, aus welchen ein Krystall seine bestimmte Form hat und nicht aus Gründen der Nützlichkeit. Warum die zierliche Form der Radiolarien, warum die zierlichen Skulpturen, Zeichnungen und Farben der Schneckengehäuse, welche letzteren noch dazu meist zeitlebens von Schlamm oder Schmutz bedeckt sind und deren Zeichnungs- und Farbenzierden sogar oft erst nach dem Poliren hervortreten? Warum die schwarze Färbung des Bauchfells mancher Wirbelthiere? Warum die so manchfaltigen, fein ausgearbeiteten Muster der Blätter unserer Laubbäume? Warum das Rothwerden der Blätter im Herbst? Warum Bleichen der Haare und alle anderen Veränderungen im Alter bei Thieren und Menschen? Warum die Nothwendigkeit des Stoffwechsels, des Todes nach Erwerbung eben des höchsten Grades von Vermögen und Wissen, der

höchsten „Anpassung" an die Umgebung — sicher nicht wegen Nutzens für das Individuum, noch auch für die Art — höchstens zu Nutzen der Erhaltung des Kreislaufs des Lebens auf der Erde, welchen Nutzen im Werthe über den der Dauer der eigenen kräftigen, lebensfrohen leiblichen Existenz zu stellen, dem konsequentesten Verfechter der Bedeutung unmittelbarer Nützlichkeit schwer werden muss." [1])

Der Tod als Anpassung. Unsterblichkeit.

Allerdings erklärt Weismann auch den Tod für nützlich, für eine Anpassung [2]).

Die einzelligen Thiere, die Protozoën, welche sich durch einfache Theilung vermehren, sagt er, sind unsterblich. Die vielzelligen aber, die Metazoën, sind sterblich. Ursprünglich waren auch die letzteren unsterblich, aber nachdem sich in ihnen die Keimzellen von den Körperzellen (somatischen Zellen) geschieden hatten, so dass nur die ersteren die Fortpflanzung vermittelten, mussten sie immer unvollkommener werden, indem sie nicht im Stande waren, die während des Lebens erlittenen Schädigungen auszugleichen. So ward ihr Tod nützlich.

In vollkommenem Gegensatz dazu steht Götte [3]). Nach ihm sind alle Thiere sterblich und zwar ist die Fortpflanzung die Ursache des Todes. Die Fortpflanzung wird bei den Protozoën eingeleitet durch Encystirung. Diese führt den Organismus in einen nicht lebenden Zustand über, aus welchem er verjüngt (wieder lebend) hervorgeht und welchem das Ei der Metazoën während einer be-

---

1) Man vgl. hierzu über Verhältnisse aus dem Gebiete der Botanik: Askenasy, Beiträge zur Kritik der Darwin'schen Lehre, Leipzig, 1872.

2) A. Weismann, Ueber die Dauer des Lebens, Rede, gehalten auf der Salzburger Naturforscherversammlung 1881 und: Ueber Leben und Tod, eine biologische Untersuchung. Jena, G. Fischer, 1884.

3) Ueber den Ursprung des Todes, Hamburg, Voss, 1883.

stimmten Zeit entspricht, indem es dann einen unorganisirten nicht lebenden Körper von organischer Substanz darstellt. Der Begriff „Tod“ wird dabei als Stillstand des organischen Gesammtlebens aufgefasst — eine Leiche ist dazu nicht nöthig. — Weismann erwidert in seiner neueren Schrift: solch willkürliche Bestimmung des Begriffes Tod ist nicht gerechtfertigt. Der Encystirungsprocess ist dem Tod in keiner Weise vergleichbar und kommt nicht einmal allen Protozoën zu — eine Ansicht, die gewiss richtig ist. Weiter sagt Weismann: „Die allmälige Entstehung des Todes ist so zu erklären, dass bei der Differenzirung des Metazoënkörpers in somatische und Keimzellen das Leben sämmtlicher Zellen zuerst auf eine Generation, dasjenige der somatischen auf beschränkte Dauer gesetzt war. Erst bei den höheren Metazoën wurden die somatischen Zellen auf mehrere Generationen gesetzt und das Leben verlängerte sich. Diese Umänderung kam durch Selektionsprocesse zu Stande, auf Grund des Princips der Arbeitstheilung. Die kürzere oder längere Dauer des Lebens beruht lediglich auf Anpassung. Der Tod beruht nicht auf einer Ureigenschaft der lebenden Substanz, auch ist er nicht nothwendig mit der Fortpflanzung verbunden. Die Fortpflanzung dagegen ist eine Ureigenschaft der lebenden Materie. Das Leben ist ein dauerndes, nicht, wie Götte will, ein periodisch unterbrochenes, diskontinuirliches.“

In Beziehung auf die Auffassungen von Weismann und Götte habe ich mich [1]) folgendermaassen geäussert: „Gewisse Gedanken liegen auf Grund bestimmter Entwicklung der Wissenschaft nahe. Die Unsterblichkeit der Protozoën habe ich seit Jahren in meinen Vorlesungen behandelt [2]), möchte jedoch in Anbetracht der Wirkung des Stoffwechsels und der in Folge des Verbrauchs nothwendigen Erneuerung auch ihrer Organe gewisse Einschränkungen gegenüber absoluter Auffassung machen.“

---

1) In einem Bericht in der Deuschen Literaturzeitung 1884 No. 19.
2) Vgl. auch Bütschli, Zool. Anzeiger 1882 S. 64.

„Bei den Metazoën sind (meiner Ansicht nach) die Keimzellen unsterblich wie die Protozoën (mit derselben Einschränkung, welche für die Unsterblichkeit dieser gilt); nur das Soma stirbt."

„Es hat letzteres im Grunde keinen Selbstzweck, dient vielmehr in erster Linie dazu, die Erhaltung des organischen Lebens durch Begünstigung der Fortpflanzung zu sichern: durch Bergen der Keimzellen bis zu ihrer Reife und zum Zweck wiederholter Ablage, ferner durch Verbreitung derselben im Raum, durch Brutpflege im weitesten Sinne u. s. w. Ferner hat es die Aufgabe, die Widerstandsfähigkeit der Art durch Vererbung erworbener Eigenschaften zu stärken."

„Fortpflanzung ist unendliches Wachsthum. Nicht sie ist principielle Ursache des Todes, vielmehr die in Folge der Arbeitstheilung entstandene Differenzirung der Bestandtheile des Soma, in letzter Linie die Arbeitstheilung, welcher das Soma überhaupt seine Entstehung verdankt: nur die Keimzellen sind noch einheitliche Elementarorganismen und erhalten als solche noch die allgemeine, vollkommene Mischung der Materie, welche bei ihnen, wie bei den Protozoën, unendliches Wachsthum sichert. Dem Soma als solchem kommt dieses Wachsen nicht zu, weil in ihm jene Grundbedingungen dazu fehlen; es stirbt infolge Verbrauchs der Organe."

„Die geschlechtliche Trennung ist gleichfalls infolge von Arbeitstheilung entstanden und die geschlechtliche Fortpflanzung findet ihre Erklärung eben in der Nothwendigkeit jener vollkommenen Mischung zum Zweck unendlichen Wachsthums. Damit würde sich auch die Parthenogenese erklären."

Es findet diese Auffassung im Vorstehenden und im Nachfolgenden zum Theil ihre Ergänzung und weitere Ausführung. Ich füge gleich hier noch hinzu: Es gibt auch Metazoën, deren Körper (Soma), indem er sich theilt oder indem er sich durch Knospung vermehrt, unsterblich sein kann. Es gehören hierher die Fälle, in welchen die Arbeitstheilung am Thiere noch keine grössere Ausbildung erreicht hat (viele Zoophyten, z. B. Hydra) und die anderen,

in welchen jener Körper aus gleichwerthigen Theilen besteht, in die er zerfallen kann (u. a. Ringelwürmer, wie Nais) — in beiden Fällen kann eine solche — vielleicht unendliche — Vermehrung des Soma ohne Zuhülfenahme der Keimzellen nur deshalb stattfinden, weil die Theile alle Eigenschaften, weil sie die „volle Mischung" des Ganzen haben. Die höheren Thiere mit vorgeschrittener Arbeitstheilung können sich nicht durch Theilung vermehren, eben weil nicht jeder Theil die Eigenschaften, die volle Mischung des Ganzen enthält. In diesem Sinne aber sind nur die Keimzellen noch „einheitliche Elementarorganismen" mit Beziehung auf unsere Frage.

Ferner: es unterscheiden sich die nur durch Keimzellen sich fortpflanzenden Blastozoën [1]) auf Grund der Unsterblichkeit nur insofern von den Protozoën, als wir gewohnt sind ihr Soma als das Wesentliche an ihnen anzusehen. Versetzen wir uns aber in den oben von mir ausgesprochenen Gedanken, „dass das Soma im Grunde keinen Selbstzweck habe, sondern vielmehr in erster Linie dazu diene, die Erhaltung des organischen Lebens durch Begünstigung der Fortpflanzung zu sichern," betrachten wir einen Augenblick, indem wir den ununterbrochenen Zusammenhang der organischen Natur, ihre E i n h e i t, voranstellen und die einzelnen Thiere und Pflanzen eben nur als Fruchtbehälter ansehen, so erscheinen die Blastozoën unsterblich wie die Ablastozoën [2]).

Wenn wir einmal Naturphilosophie üben, so verlangt es die Gründlichkeit des Naturforschers, dass er nicht auf halbem Wege stehen bleibe.

So möchte obige Betrachtungsweise vollkommen berechtigt sein — haben sich überhaupt die mehrzelligen Thiere aus einzelligen nach und nach entwickelt, so ist sie sogar nur eine selbstverständliche Folgerung.

---

1) Keimblätterthiere = Metazoën = mehrzellige Thiere.

2) Keimblattlose = Protozoën = Einzellige.

Wenn wir aber auch so selbstlos urtheilen wollen, wie es die gegebene Auffassung verlangt, so werden wir nach Obigem doch nicht so weit gehen müssen, dass wir den Tod als Nutzen, als Anpassung betrachten.

Im Uebrigen spricht sich Weismann über das Verhältniss von Keimplasma der Mehrzelligen einerseits und Einzelligen andererseits und über die Bedeutung des Körpers (Soma) der ersteren[1]) selbst folgendermaassen aus:

Nachdem er gesagt hat, seine Vorstellung von der Kontinuität des Keimplasma führe die Vererbung auf einfaches Wachsthum zurück und parallelisire dieselbe mit der Fortpflanzung der Einzelligen, bei welchen auch dieselbe Substanz fort und fort wächst und neue Individuen nur dadurch entstehen, dass sie sich von Zeit zu Zeit theilt, fährt er fort: „Der Unterschied zwischen Einzelligen und Vielzelligen bestände sonach nur darin, dass bei den letzteren jeder Theilung der „Keimsubstanz“ ein Entwicklungsprocess nachfolgt, der zur Bildung eines vielzelligen Individuums führt. Dies überwiegt dann zwar an Masse ganz unendlich über den unverbraucht zurückbleibenden Rest des Keimplasma, aber in genetischer Beziehung ist es doch nur ein Nebenprodukt der ewigen Keimsubstanz, ist dem Tod verfallen, muss sterben nach einiger Zeit, während die Keimsubstanz unter dem Schutze und der Ernährung des vielzelligen Körpers (Soma) weiter wächst, sich an Masse vermehrt und neue Keimzellen liefert, die die Fähigkeit besitzen, eine folgende Generation von Körpern (Somata) hervorzubringen, in welchen sich derselbe Process von Neuem abspielt. Man kann sich also das Keimplasma unter dem Bilde einer lang dahinkriechenden Wurzel vorstellen, von welcher sich von Strecke zu Strecke einzelne Pflänzchen erheben: die Individuen der aufeinanderfolgenden Generationen.“

Ist somit auch nach Weismann's Auffassung der Körper der Vielzelligen das Nebensächliche gegenüber dem Keimplasma,

1) Im Biologischen Centralblatt a. a. O.

entspricht letzteres einem Einzelligen, so sind doch die Vielzelligen ebenso unsterblich oder sterblich wie die Einzelligen. Dann ist aber auch nicht abzusehen, warum zwischen Keimplasma der Mehrzelligen einerseits und Einzelligen andererseits gerade darin ein tiefgreifender Unterschied bestehen soll, dass letztere während des Lebens Eigenschaften erwerben und vererben, ersteres nicht, wie ersteres insbesondere sich ernähren, wachsen soll, ohne durch diese Nahrung in seinem Wesen beeinflusst zu werden.

Weiteres über Anpassung und Richtungsentwicklung der Raupenzeichnung. Ausfall der geschlechtlichen Mischung bei dieser Entwicklung.

Ich bedaure sehr, dass die Ansichten Weismann's und die meinigen in Beziehung auf die Ursachen der Entwicklung nunmehr so sehr auseinandergehen, nachdem ich noch in meiner Abhandlung über das Variiren der Mauereidechse grosse Uebereinstimmung zwischen uns feststellen zu dürfen geglaubt hatte, unter Hinweis auf Weismann's Untersuchungen über die Zeichnung der Sphingidenraupen, welche eine Umbildung dieser Zeichnung nach bestimmten Richtungen nachwiesen.

Ich war erfreut, mich darauf berufen zu können, dass die Ergebnisse jener Untersuchungen Weismann's über die Sphingidenraupen sich ganz in meinem Sinne erklären liessen, und glaubte auch darin Uebereinstimmung voraussetzen zu dürfen — erfreut um so mehr war ich über diese vermeintliche Uebereinstimmung, als ich ganz unabhängig von der Weismann'schen Arbeit zu meinen Ergebnissen gekommen war.

Weismann ist einer der Ersten gewesen, welcher hervorhob, dass das Variiren nur nach bestimmten Richtungen geschehe; auch er erkannte an, dass es schon auf Grund der gegebenen Konstitution des Körpers nicht nach beliebigen Richtungen hin stattfinden könne. Er hat auch früher die Anpas-

sung nicht als so ausschliesslich maassgebend behandelt wie jetzt. So sagt er in seiner Arbeit über den Saison-Dimorphismus[1]): „So wenig ich geneigt bin, einer unbekannten Transmutationskraft das Wort zu reden, so sehr möchte ich auch hier wieder betonen, dass die Umwandlung einer Art nur zum Theil auf äusseren Einflüssen beruht, zum anderen Theil aber auch auf der specifischen Konstitution dieser neuen Art.“

Weismann fand bei seinen Raupen eine gesetzmässige Aufeinanderfolge der Zeichnung von Längsstrichen zu Querstrichen und Flecken und kam zu dem Ergebnisse: „Unter den Arten, welche mit Schrägstrichen oder mit Flecken geziert sind, finden sich viele, deren Jugendstadien längsgestreift sind, das Umgekehrte aber findet sich nicht; niemals zeigt die junge Raupe Flecken oder Schrägstriche, wenn die erwachsene Raupe nur längsgestreift ist. Die erste und älteste Zeichnung der Sphingidenraupen war also die Längsstreifung.“ Eine Entstehung der Schräg- aus den Längsstreifen ist nicht nachgewiesen, beide kommen nebeneinander vor, aber jene treten später als diese auf und bleiben, wenn dieselben verschwunden sind.

Ich vermuthete, dass sich die Längsstreifen vielleicht zuerst in kleine Flecken und Punkte zerlegen, wie dies Weismann auch beobachtete, und dass diese Flecken und Punkte die Schrägstreifen bilden. Damit wäre volle Uebereinstimmung mit meinen Zeichnungsgesetzen nachgewiesen.

Auch bei den Raupen entstehen die neuen Eigenschaften, wie schon ausgeführt, meist an den hinteren Theilen des Körpers.

Weismann sucht, wie früher bemerkt, die Raupenzeichnung als Anpassungen an Verhältnisse der Umgebung zu erklären. Trotzdem kommt er zu dem Schlusse, dass dieselbe sich äusserst allmälig, gesetzmässig und nach ganz bestimmten Richtungen hin phyletisch entwickelt hat. Und weiter sagt er: Die Entwicklung der Deile-

---

1) A. Weismann: Studien zur Descendenz-Theorie. I. Ueber den Saison-Dimorphismus der Schmetterlinge. Leipzig, Engelmann 1875.

phila-Arten zeigt, „dass die Entwicklung der Zeichnung eine durchaus gesetzmässige ist, dass sie bei allen Arten in derselben Weise vor sich geht. Alle Arten scheinen auf dasselbe Ziel loszusteuern, und es macht deshalb den Eindruck, als ob ein inneres Entwicklungsgesetz es wäre, welches als treibende Kraft die phyletische Weiterbildung der Art veranlasse". Dafür scheint auch die Thatsache zu sprechen, dass die Raupen die Neigung haben, die gleichen Eigenschaften nach und nach auf allen Segmenten zu wiederholen, und ferner, dass neu entstandene Eigenschaften sich später auf immer jüngere Thiere übertragen, obschon hierfür eine Nützlichkeit nicht zu entdecken ist.

Wenn auch Weismann schon damals sich dagegen sträubte, eine besondere „Entwicklungskraft" anzuerkennen, und meiner Ansicht nach mit vollem Recht — wie kann er aber die von ihm selbst aufgestellten Thatsachen gerade bei den Raupen durch seine Theorie von der Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung erklären? Und wie erklärt sich überhaupt die Entwicklung nach bestimmten Richtungen durch die sexuelle Fortpflanzung, wenn nicht jeder Schritt der Weiterentwicklung eine Forderung der Anpassung ist?

Für die Lebewesen unwesentliche (indifferente) Eigenschaften.

Einst habe ich mich längere Zeit mit dem Studium der Kieselschwämme abgegeben. Bekanntlich haben wir hier ein für die Untersuchung geradezu lästiges Abändern. Eine Form geht in die andere über, und fast zahllose, oft höchst unbedeutende Abweichungen finden sich an den für die Unterscheidung maassgebenden Theilen, den Kieselnadeln und Kieselkörperchen des Skeletes. Ob die Nadeln die oder jene kleine Eigenschaft haben oder nicht haben, das kann unmöglich von Bedeutung für das Fortkommen der betreffenden Abart sein. Dass dem so ist, das beweist schon das Vorkommen zahlreicher solcher Abarten nebeneinander. Wenn von

nützlicher Anpassung hier also nicht die Rede sein kann, so werden die Abänderungen unter den gegebenen Verhältnissen nur eben auf eine starke Empfindlichkeit des Plasma gegenüber von äusseren Einflüssen zurückgeführt werden können. Das „Herauskrystallisiren" der oft so reizend geformten Kieseltheile aus dem Plasma bei diesen Spongien legt in ausgezeichneter Weise für meine Auffassung ohnedies den Vergleich mit Vorgängen der Formbildung in der anorganischen Natur nahe, bei welcher von specieller Anpassung ja nicht die Rede sein kann. Es ist bekannt, dass z. B. bei Kalkschwämmen das Abändern bezw. der Schwund einer Nadelaxe geradezu von einer Hauptgruppe der Schwämme in eine andere überleitet, ein Gegenstand, welcher später ausführliche Behandlung für einen besonderen Fall finden wird; u. s. w.

Und welcher Nutzen mag die allmälige Umbildung der Ammonitenschalen beeinflusst haben, dergestalt, dass stets um die Oeffnung derselben neue Eigenschaften zum Theil sehr feiner Natur entstanden sind, um sich bei den Nachkommen immer mehr auf das ganze Gehäuse auszubreiten und so neue Arten zu bilden, wie dies Würtenberger nachgewiesen hat? Wie können diese Eigenschaften besonders in ihrem ersten Entstehen von Nutzen gewesen sein?

Und welche Forderung könnte denn irgend die Ausbildung solcher indifferenter Eigenschaften ausschliessen? Gewiss, dass diese oder jene unter ihnen den Vorfahren einmal nützlich gewesen ist — wie vielleicht z. B. die noch vorhandenen Ueberreste der Zeichnung bei den hundeartigen Raubthieren [1]) (Hund, Wolf, Schakal), oder vielleicht die Streifen der Gehäuse unserer Gartenschnecken, der Helix hortensis und nemoralis — aber ebenso gewiss ist, dass dies nicht für alle gilt.

Ich brachte absichtlich gerade das Beispiel von den Gartenschnecken: ein Nutzen der Streifung der Gehäuse dieser Schnecken

1) Vergl. meine Aufsätze in „Humboldt".

kann um so weniger eingesehen werden, als nicht nur die Streifung sehr abändert, sondern wohl ungefähr ebenso oft fehlt wie sie vorhanden ist. Man könnte die Streifung als einen Schmuck betrachten wollen, welcher als Vorzug bei der geschlechtlichen Zuchtwahl wirkte. Allein solche Annahme widerlegen die Thatsachen: ich beobachte seit Jahren in meinem Garten, wie sich gestreifte und ungestreifte Thiere der Helix hortensis ohne alle Auswahl verbinden. Und was diesen Fall noch besonders bemerkenswerth macht als Beleg für meine Ansicht von der verhältnissmässigen Unwirksamkeit geschlechtlicher Verbindung für Erzeugung von Zwischenformen (einseitige Vererbung), ist dies, dass die Jungen dieser gestreiften und ungestreiften Schnecken wieder gestreift oder ungestreift sind — trotz der Allmischung (Panmixie) treten überall jene zwei Formen unvermittelt neben einander auf.

Wenn Alles angepasst wäre, so gäbe es keine im Augenblick nutzlosen Eigenschaften, welche entweder Ueberreste von früher nützlichen oder Anfänge von neuen darstellen. Es gäbe keine allmäligen Uebergänge und insbesondere keinen Funktionswechsel, auch gäbe es keine correlative Eigenschaften — eine irgend auffallende Variabilität der Formen könnte dann überhaupt nicht bestehen.

Gegen die allgemeine Herrschaft der Anpassung spricht endlich auch die Ueberlegung, dass aus dem gegebenen Material nur Werkzeuge bestimmter Art in der organischen Natur erzeugt werden können [2]),

2) Man vergleiche hierzu meine im Folgenden wiedergegebenen Bemerkungen über die Bildung der Sinnesorgane in meiner Monographie: Die Medusen, anatomisch und physiologisch auf ihr Nervensystem untersucht. Tübingen, Laupp, 1878. Ich zeigte, wie besonders der Bau von Sinnesorganen, vorzüglich von Seh- und Hörorganen verschiedener Thiere darauf hinweise, dass aus dem gegebenen Material offenbar nur nach ganz wenigen Principien gebaute Werkzeuge hergestellt werden können, welche der gestellten Anforderung genügen — offenbar sind sie aber oft sehr unvollkommen.

— dass diese Werkzeuge zu ihrem Zweck vielfach besser, vollkommener, widerstandsfähiger sein könnten, dass sie nicht überall dem Bedürfniss voll angepasst sind, scheint mir unzweifelhaft zu sein.

Welch grosse Bedeutung ich trotzdem, unbeschadet meiner Nichtanerkennung von deren Alleinherrschaft, der Anpassung für die Umbildung der Formen zuschreibe, wird sich am besten aus dem Abschnitt über die Anpassung der Eidechsen ergeben.

Im Uebrigen war es nicht meine Absicht, die Frage von den unwesentlichen Eigenschaften an dieser Stelle zu erschöpfen, da dieselbe in meiner Abhandlung anderwärts Besprechung fand und finden wird. Ich wollte nur das Bestehen solcher Eigenschaften hier berühren als Beweis gegen die Berechtigung der Annahme ausschliesslicher Herrschaft der Anpassung.

Bestände diese ausschliessliche Herrschaft, wäre Alles angepasst, so würde alle Entwicklung der Lebewelt ausgeschlossen sein — Erstarrung bestehen.

Es fehlen nun noch die Hauptbeweise für meine Auffassung vom organischen Wachsen der Lebewelt: 1) der Beweis, dass äussere Verhältnisse die Organismen umändern, und 2) dass solche erworbene Eigenschaften vererbt werden.

Vierter Abschnitt.

Erworbene Eigenschaften.

Untersuchungsmethode. Die für die Entwicklung in Anspruch zu nehmende Zeitdauer.

Nägeli sagt in der Einleitung zu seinem Buche, indem er gegen die Behandlung der Abstammungslehre vom Standpunkt der beschreibenden Naturgeschichte und für die „exakte physiologische Methode“ eintritt: „Da „der beschreibende Naturkundige“ gewohnt ist, auf seinem Wege nur zur anfechtbaren Hypothese, nicht zum sicheren Gesetz zu kommen, so betrachtet er Alles, auch das auf dem Wege genauer Beobachtung und strenger Kritik Gewonnene, nicht als Thatsache, sondern als Meinungssache. Dies war beispielsweise der Fall mit der Thatsache von der gemeinschaftlichen Entstehung der Pflanzenarten und mit derjenigen von der Bedeutungslosigkeit der klimatischen und Ernährungseinflüsse auf die Entstehung der Varietäten, die ich beide hinlänglich begründet zu haben glaube und die ein unbefangener und gewissenhafter Beobachter leicht prüfen und bestätigen kann. Diese Thatsachen fügen dem ganzen Gebäude der Abstammungslehre, wie es jetzt besteht, den schwersten Schaden zu und konnten daher von demselben auch nicht berücksichtigt werden, ohne sich selber aufzugeben . . . . „Das kann ich nicht brauchen“, sagen sie“.

In Beziehung auf die gemeinschaftliche Entstehung der Pflanzenarten ist von meinem Standpunkte aus nur zu sagen, dass dieselbe meiner Auffassung durchaus nicht zuwiderläuft, dass sie vielmehr

mit zur Bestätigung der Richtigkeit derselben dient: Nägeli zeigte nämlich, dass die Kreuzung nahe verwandter, gesellschaftlich lebender Pflanzen (Hieracium-Arten) nicht, wie man von vornherein erwarten möchte, zur Bildung von Mittelformen führt, sondern dass sie vielmehr zur Entstehung von Abarten Veranlassung gibt, welche die Merkmale der einen oder der anderen Elternform verstärkt enthalten — ein Ergebniss, welches vollständig mit dem von mir als einseitige Vererbung bezeichneten Vorgängen und mit bei deren Besprechung benannten Gesichtspunkten übereinstimmt [1]).

Gegen die von Nägeli behauptete Bedeutungslosigkeit der klimatischen und Ernährungseinflüsse auf die Bildung der Abarten aber ist einzuwenden, dass einzelne negative Beispiele nichts beweisen. Besonders dann beweisen sie nichts, wenn sie nur an einer bestimmten Art von Gegenständen, nur in beschränktem Umfang und nur durch beschränkte Zeiträume gemacht worden sind. Solche Versuche beweisen nur so viel, dass in den betreffenden Fällen das Ergebniss ein negatives war. Ein einziges entgegengesetztes, positives Beispiel dagegen genügt zum vollen Beweis. Ich habe solche Beispiele hier angeführt und werde ihrer noch weitere anführen. Die unberechtigte Verallgemeinerung der Befunde Nägeli's spricht, nebenbei bemerkt, laut genug gegen seine Verwerthung des Wortes „Thatsache“ und damit gegen die Berechtigung seiner Angriffe auf die „beschreibenden Naturkundigen“.

Wenn also dieser Forscher gar die Frage nach der Einwirkung äusserer Verhältnisse auf die bleibende Umgestaltung der Arten überhaupt auf Grund seiner Versuche in verneinendem Sinne glaubt erledigt, das ganze Gebäude der bisher gültigen Abstammungslehre erschüttert zu haben, so kann ich ihm nicht beistimmen, so sehr ich selbst am Umbau dieses Gebäudes thätig bin.

---

1) Vgl. vorn S. 39 ff. und Nägeli, Das gesellschaftliche Entstehen neuer Species, Sitzungsberichte der Münchener Akademie 1873.



Gegen die beweisende Gültigkeit der Versuche Nägeli's möchte ich vor Allem weiter den Umstand ins Feld führen, dass dieselben durchaus künstliche sind und dass sie als solche volle Beweiskraft für in der ungebundenen Natur stattfindende Vorgänge nicht beanspruchen können. Nicht als ob ich künstlichen Versuchen überhaupt keinen Werth beimessen würde — allein gewiss muss ihre Verwerthung mit grosser Vorsicht geübt werden. Ihre verhältnissmässig geringe Bedeutung ist meiner Ansicht nach begründet in der Thatsache bestimmter Entwicklungsrichtungen, welche in den Lebewesen durch ungemein langen Bestand gefestigt sind und deren Abänderungen nur durch fortgesetzte, andauernde äussere Einwirkungen verursacht werden. So ist ein Organismus gewissermaassen für eine bestimmte Umänderungsrichtung von langer Hand her abgestimmt. Befördert ein künstlicher Versuch zufällig diese Richtung, so wird er das Entstehen bleibender Veränderungen leicht zur Folge haben: diese Veränderungen werden bestehen bleiben, auch nachdem die künstlichen äusseren Verhältnisse aufgehört haben zu wirken. Nicht so, wenn die Kunst der Natur zuwiderläuft — dann wird der Organismus vielmehr unmittelbar nach Aufhören der künstlichen Wirkung in seinen früheren Zustand zurückkehren, oder es werden doch seine Nachkommen dies thun. Dieser letztere Fall scheint zu bestehen bei den Versuchen Nägeli's mit den Pflanzen, welche er unter andere, günstigere Ernährungseinflüsse versetzt hatte und welche durch diesen Wechsel verändert wurden, deren Samen aber, in mageren Boden gesät, wieder Pflanzen der alten Art hervorgebracht haben.

Würde man z. B. eine Alpenpflanze, welche das Bedürfniss hat, im Winter lange von Schnee bedeckt und im Sommer einer starken Sonnenhitze und grosser Lichteinwirkung ausgesetzt zu sein und welche durch ihre besonderen Lebensverhältnisse u. A. die Fähigkeit sehr rascher Entfaltung, auch besondere morphologische Eigenschaften erlangt hat, unter gesteigerte solche Lebensverhältnisse, z. B. in den hohen Norden, versetzen, so dürften sich diese Eigen-

schaften dergestalt verstärken und in kurzer Zeit festigen, dass die Verstärkung auch den Nachkommen bliebe, welche von ihrem Samen wiederum in den Alpen erzogen worden wären — dies auch aus dem Grunde, weil sie denselben voraussichtlich auch in den Alpen nützlich sein würde. Anders aber, wenn man, wie Nägeli gethan hat, in den Alpen wachsende Pflanzen (Hieracien) in den Münchener botanischen Garten verpflanzt und deren Nachkommen in magerem Kiesboden (als Ersatz für alpenähnliche Heimathsverhältnisse) erzieht. Dass diese Nachkommen, des fetten Gartenbodens baar, in die Stammform zurückschlagen, scheint mir weniger wunderbar als der Rückschlag all der künstlich seit viel längerer Zeit überall gepflegten Gartenpflanzen, sobald dieselben verwildern, und so scheinen mir die Versuche Nägeli's, auf welche dieser Forscher so grosses Gewicht legt, gegen die Umbildung der Formen durch äussere Einflüsse nichts Neues zu beweisen.

Die Wirkung der allmäligen Wasserentziehung auf den Axolotl zeigt einen Fall, in welchem die Kunst die schon im Zuge befindliche Entwicklungsrichtung trifft und verstärkt. Ebenso unzweifelhaft die alsbald näher zu behandelnde Einwirkung des Wassers von geringerem oder grösserem Salzgehalt auf das Krebschen Artemia salina. Möglich allerdings auch, dass es sich bei dem einen Theile dieses lezteren Falles um einen Rückschlag handelt, denn Beispiele beweisen, dass Thiere dann, wenn sie in die Lebensverhältnisse ihrer nächsten Stammform gebracht, bezw. von Jugend an darin erhalten werden, die Eigenschaften der Stammform, welche sie selbst als Larven tragen, zeitlebens beibehalten. So sind wir im Stande, Molche dadurch, dass wir sie zwingen, zeitlebens im Wasser zu bleiben, zu verhindern, dass sie die Kiemen ablegen, die Kiemenathmung aufgeben, und zu bewirken, dass sie so ihren Stammeltern, Perennibranchiaten, sich ähnlich erhalten, weil auch ihre übrigen Eigenschaften aus Gründen der Correlation auf der tieferen Stufe stehen bleiben.

Sehr hübsche Versuche hat in dieser Beziehung Fräulein von

Chauvin[1]) mit dem Alpensalamander, Salamandra atra, gemacht. Die kiementragenden Larven dieses Thieres wurden aus den Eileitern der Mutter herausgenommen und ins Wasser gesetzt. Diese Larven verlieren unter gewöhnlichen Verhältnissen in späterer Zeit bekanntlich schon im Mutterleibe die Kiemen und werden, ein seltenes Vorkommen bei den Lurchen, als vollständige Landthiere geboren. Die Kiemen der so frühzeitig ins Wasser gesetzten Larven nun waren unverhältnissmässig gross und hinderten die Thiere bei ihren Bewegungen, wurden aber dann in einzelnen Fällen abgeworfen, worauf an ihrer Stelle neue kleinere entstanden! Diese neuen Kiemen blieben in einem Falle ungemein lange Zeit (14 Wochen) bestehen, um erst dann sich zurückzubilden; so entwickelte sich das Thier schliesslich doch zu einem Landthier, aber das Merkwürdige ist, dass sich auf Grund der besonderen, künstlich erzeugten Lebensverhältnisse, nachdem die alten für den Gebrauch im freien Leben unbefähigten Kiemen zu Grunde gegangen waren, neue, dafür passende gebildet haben, nicht etwa im Kampf ums Dasein gegenüber von Mitbewerbern, durch Auslese sich verstärkend, sondern, wie ich meine, unmittelbar aus rein physiologischen Gründen. Diese Gründe müssen meines Erachtens darin gesucht werden, dass, da die Lungenathmung sich nicht höher ausbildete und die ursprünglichen Verhältnisse des Kiemenkreislaufs demgemäss bestehen blieben, in Folge der unveränderten Ernährungsrichtung an der alten, von ihr begünstigten Stelle sich neue Hautwucherungen, d. i. Kiemen, gebildet haben. Schliesslich bekam aber doch die seit langer Zeit im Zuge befindliche phylogenetische Richtung der Umbildung die Oberhand.

In tausenden von Fällen können wir dagegen durch Aenderung der äusseren Verhältnisse überhaupt keine Veränderung der Or-

---

1) Zeitschrift für wiss. Zoologie Bd. XXIX.

ganisation hervorbringen, nicht einmal eine vorübergehende — die Thiere oder Pflanzen gehen eher zu Grunde, als dass sie sich fügen, oder wir können sie durch „Versuche" nur sehr rasch tödten. Es ist klar, dass von diesen einfachsten physiologischen Wirkungen bis zu denjenigen der Versuche Nägeli's eine ununterbrochene Kette von Uebergängen bestehen muss und dass diese demnach im Grunde so wenig Ueberraschendes bieten wie jene.

Ein bedeutungsvoller Umstand ist aber bei der Beweisführung Nägeli's ausserdem gänzlich ausser Acht gelassen worden: die Wichtigkeit der **Zeitdauer** für die Erzeugung bleibender Umbildungen.

Wenn die verstärkte äussere Veränderung voll und ganz die im Zuge befindliche Entwicklungsrichtung begünstigt, so wird — von mitwirkender Anpassungsmöglichkeit abgesehen — die Dauer der Entwicklung wie gesagt, nur eine kurze zu sein brauchen. In den meisten Fällen, auch bei ganz natürlicher solcher Veränderung, muss sie dagegen augenscheinlich eine sehr grosse sein. Abgesehen von dem so langsamen Schwinden ausser Gebrauch gesetzter Organe, z. B. von Theilen des Gerippes, zeigt dies die Zähigkeit, mit welcher sich, wie ich nachgewiesen habe, Spuren uralter Zeichnung an den Thieren vererben.

Es beweisen diese Thatsachen die ungemeine Zähigkeit der Vererbung, mit anderen Worten, sie beweisen, wie schwer die Formen von der einmal gewohnten Entwicklungsrichtung, von ihrem Beharrungsvermögen, abgebracht, wie schwer sie im Allgemeinen in neue Entwicklungsbahnen eingeleitet werden können.

Und diese meine ganze Betrachtung zeigt auch, um hier auf den vorigen Abschnitt zurückzugreifen, wie ungerechtfertigt es sein muss, von allgemeiner Anpassung zu reden, denn gerade diese Zähigkeit der Vererbung ist Bürge für das Vorhandensein einer Unsumme von unwesentlichen, ausser Gebrauch gesetzten oder verlassener Entwicklungsrichtung angehörenden Eigenschaften an Thieren und Pflanzen.

Schwer hat sich selbst die Naturwissenschaft an die Anerkennung der Herrschaft grosser Zeiträume gewöhnt. Nur wenige Jahrzehnte zurück und die fünftausend Jahre der Bibel waren auch für sie, sogar in der Geologie, maassgebend. Jetzt rechnet die Geologie, allein in der Geschichte der Lebewesen, mit unendlicher Zeit, und Darwin wendete hohes Maass der Zeit an zur Erklärung der Umbildung einer einzigen Form. Wie wenig aber solches Maass auch heute Naturforschern in Fleisch und Blut übergegangen ist, beweist die Thatsache, dass ein so hervorragender, geistreicher Forscher wie Nägeli die Forderung jenes Maasses völlig vergessen und in während einiger Jahre von ihm ausgeführten Versuchen von Züchtung mit negativem Ergebniss Schlüsse für die Entwicklung der organischen Natur ziehen zu dürfen, zu „sicherem Gesetz" gelangt zu sein glauben kann.

Noch mehr: Wenige Jahre sind es, seitdem man zur Gewissheit darüber gelangt ist, dass die ägyptische Kultur mehr als sechstausend Jahre hinter uns zurückreicht. Vor wenigen Jahren noch, nachdem Darwin seine Theorie von der Entstehung der Arten aufgestellt hatte, glaubten conservative Gegner Darwin's der Lehre von der Veränderlichkeit der Art entgegenhalten zu dürfen, dass die aus altägyptischer Zeit bekannten Getreidearten und andere Pflanzen und auch Thiere sich bis auf den heutigen Tag nicht verändert hätten, denn der in Frage kommende Zeitraum erschien ihnen unendlich! Die Darwinianer erklärten dawider, dass sich nachweisbar in Aegypten die äusseren Verhältnisse seit jener Zeit nicht verändert haben, und dass demgemäss in dem besonderen Falle keine Veranlassung, keine Nöthigung zur Anpassung der Lebewesen und damit zu ihrer Umänderung vorhanden gewesen sei. Neuestens aber verwerthet Weismann jenen Satz der Gegner des Darwinismus zum Beweis dafür, dass das Keimplasma eine Substanz von ungemein grossem Beharrungsvermögen sei, eine Substanz, sagt er, „die sich ernährt und wächst bis ins Ungeheuere, ohne aber dabei im geringsten ihre komplizirte Molekularstruktur

zu ändern. Wir dürfen dies," fährt Weismann fort, „mit Nägeli mit aller Bestimmtheit behaupten, obwohl wir direkt von dieser Struktur nichts erfahren können. Wenn wir aber sehen, dass manche Arten Jahrtausende hindurch sich fortgepflanzt haben, ohne sich zu verändern, — ich erinnere nur an die heiligen Thiere der alten Aegypter, deren einbalsamirte Körper doch zum Theil 4000 Jahre alt sein müssen — so beweist uns dies, dass ihr Keimplasma heute noch genau dieselbe Molekularstruktur besitzt, die es vor 4000 Jahren besessen hat. Da nun ferner die Menge von Keimplasma, welche in einer einzelnen Keimzelle enthalten ist, sehr gering angenommen werden muss, und da davon wiederum nur ein sehr kleiner Bruchtheil unverändert bleiben kann, wenn die betreffende Keimzelle sich zum Thier entwickelt, so muss also schon innerhalb jedes einzelnen Individuums ein ganz enormes Wachsthum dieses kleinen Bruchtheils an Keimplasma stattfinden. Entstehen doch in jedem Individuum in der Regel tausende von Keimzellen. Es ist deshalb nicht zu viel gesagt, dass das Wachsthum des Keimplasmas beim ägyptischen Ibis oder dem Krokodil in jenen 4000 Jahren ein geradezu unermessliches gewesen sein muss. In den Pflanzen und Thieren, welche zugleich die Alpen und den hohen Norden bewohnen, haben wir aber Beispiele von Arten, die noch viel längere Zeiträume hindurch, nämlich seit der Eiszeit, unverändert geblieben sind, bei welchen also das Wachsthum des Keimplasmas ein noch viel grösseres gewesen sein muss."

„Wenn nun trotzdem die Molekularstruktur des Keimplasmas völlig dieselbe geblieben ist, so muss dieselbe nicht leicht veränderbar sein, und es bleibt wenig Aussicht, dass die flüchtigen kleinen Verschiedenheiten in der Ernährung, wie sie allerdings ja die Keimzellen so gut als jeden anderen Theil des Organismus treffen werden, eine, wenn auch noch so kleine, Veränderung seiner Molekularstruktur hervorrufen sollten. Sein Wachsthum wird bald schnell, bald weniger schnell vor sich gehen, aber seine Struktur wird davon um so

weniger berührt werden, als diese Einflüsse meist wechselnder Natur sind, bald in dieser, bald in einer anderen Richtung erfolgen."

Die erblichen individuellen Unterschiede, folgert Weismann, müssen also eine andere Wurzel haben — sie sind in der sexuellen Fortpflanzung zu suchen [1]).

Ich muss gegenüber vorstehender Aeusserung, welche noch einmal die ganze Ansicht Weismann's von der Kontinuität des Keimplasmas wiedergiebt, wiederholen, dass ich mir nicht denken kann, wie das Keimplasma wächst, gar ins Ungeheuere wächst, ohne Beeinflussung durch den Ernährungszustand, durch die Zusammensetzung des Körpers. Wodurch wächst es und warum bald schneller, bald weniger schnell?

Der Einwand gegen die Einwirkung äusserer Einflüsse, dass dieselben wechselnder Natur seien, bald in dieser, bald in jener Richtung erfolgen, ist im Vorstehenden behandelt. Die Ansicht aber, dass die den Körper und, wie Weismann anerkennt, ebenso die Keimzellen treffenden Verschiedenheiten in der Ernährung als flüchtig und klein bezeichnet werden dürfen, kann ich nicht zugestehen.

Der Grundunterschied zwischen der Weismann'schen Auffassung und der meinigen scheint mir gerade in diesem Punkte zu liegen. Ich gebe vollkommen zu, dass die bleibende Wirkung äusserer Verhältnisse auf den Körper der Lebewesen in den meisten Fällen nicht unmittelbar fühlbar wird. Es ist dies nach physiologischen Grundsätzen überhaupt nicht möglich. Der Kern der Frage liegt darin, welchen Begriff von Zeit wir bei der Entwicklungsgeschichte der organischen Natur in Anwendung bringen. Ich bin der Ansicht, dass wir uns dabei an eine noch viel grössere Vorstellung gewöhnen müssen, als sie selbst durch Darwin eingeleitet ist.

Meine Theorie vom Heranwachsen der Lebewelt und von der Entstehung der Arten muss zur Umbil-

---

1) Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung etc. S. 27 ff.

dung einer Form nach physiologischen Grundsätzen je nach dem vorliegenden Falle die Forderung von ungeheuern Zeiträumen stellen, von Zeiträumen, gegenüber welchen jene paar tausend Jahre ägyptischer Kulturgeschichte kaum ein Augenblick zu sein brauchen, verglichen mit dem individuellen Wachsen einer Pflanze oder eines Thieres.

Meine Beweise dafür, welche Bedeutung äussere Verhältnisse für die Entstehung der Arten haben, verlangen Berücksichtigung dieser Forderung. Nichtsdestoweniger kann ich, wie schon aus Vorstehendem hervorgeht, auch solche Beweise beibringen, welchen in kurzer Zeit in ihrer Wirkung sich abspielende Einflüsse zu Grunde liegen.

Ich gehe zu weiterer Beweisführung nunmehr über.

Jede Eigenschaft eines Organismus, welche durch Thätigkeit desselben gebildet worden sein muss, ist eine erworbene — alle Eigenschaften also, welche durch Gebrauch ausgebildet worden sind, sind erworbene und diese Eigenschaften vererben sich von Geschlecht zu Geschlecht. Dasselbe gilt für alle durch Nichtgebrauch rückgebildeten Organe — der Grad auch der Rückbildung ist erworben und vererbt. In ersterer Gruppe sehen wir vorzugsweise die Wirkung der mittelbaren Anpassung, in der zweiten die Folgen des Aufhörens dieser Wirkung. Eine dritte Gruppe von erworbenen Eigenschaften ist rein auf die unmittelbare Einwirkung der Aussenwelt auf den Organismus zurückzuführen und ursprünglich, im Beginn ihrer Entstehung, müssen alle Eigenschaften dieser Gruppe angehört haben.

Nehmen wir zunächst ein Beispiel aus der letzteren Gruppe.

Auf Grund unmittelbarer äusserer Einwirkung erworbene Eigenschaften.

Ueberall steht Pigmentbildung unter dem Einfluss des Lichtes und der Wärme. Zahlreiche im Dunkeln lebende Thierarten sind

vollkommen farblos geworden; der allmälig auf Grund von äusseren Einflüssen entstandene Mangel an Pigment hat sich vererbt und ward schliesslich zu einer beständigen Eigenschaft. Jeder, der, wie ich selbst, es unternommen hat, mit offenem Auge für solche Fragen von Deutschland aus unmittelbar nach Süden, nach Afrika, bis in die Tropenregion zu reisen, der wird gewiss die allmälige Zunahme der Dunkelfärbung, auch bei einer und derselben Menschenrasse, nicht verkennen und wird dieselbe der allmäligen Zunahme der Einwirkung der Sonne zuschreiben müssen. Das Ergebniss dieser Einwirkung aber hat sich vererbt und ist zu einer beständigen Eigenschaft geworden. Man begegnet nahe den Tropen Afrikas und in denselben fast ebenholzschwarzen Menschenstämmen, welche, wie z. B. die nomadisirenden Bischari, vollkommen kaukasische Gesichts- und Schädel- und überhaupt Körperbildung haben, und die Negerinnen gebären hellhäutige Kinder, für den, der auf dem Boden des biogenetischen Gesetzes steht, ein Beweis dafür, dass ihre Voreltern hellhäutig gewesen sind.

Dass ich der geschlechtlichen Mischung gerade mit Bezug auf die Verbreitung dunklerer Haut-, Haar- und Augenfarbe eine besondere Bedeutung beimesse, habe ich schon vorhin gezeigt, indem ich darauf hinwies, dass dunkle Haare und Augen in Deutschland wesentlich auf geschlechtliche Mischung zurückzuführen sein werden. Dass aber die dunkle Farbe der Bewohner heisser Landstriche nicht durch geschlechtliche Mischung erklärt werden kann, so wenig wie die helle der Höhlenthiere (vergl. unten), brauche ich nicht weiter zu betonen.

Es ist mir geradezu unbegreiflich, nicht etwa dass in Beziehung auf die Bedeutung der Sonne für die Dunkelfärbung der Haut immer noch entgegengesetzte Stimmen laut werden, wohl aber dass sie ohne weitere Untersuchung und Ueberlegung wissenschaftlich verwerthet werden wollen. Um ein für die Frage maassgebendes Urtheil zu gewinnen, muss man allerdings ein Gebiet durchreisen, welches, wie das Nilthal, ein einheitlich zusammenhängendes, abgeschlossenes

Ganzes bildet — nicht Berg und Thal, die nicht nur Völkerschaften trennen, sondern auch schroffe Uebergänge in Beziehung auf die klimatischen Verhältnisse und damit auf die Lebensgewohnheiten der Menschen darbieten. Der ganz allmälige Uebergang der Farbe der Menschen von Braungelb in Schwarz im Nilthal, vom Delta bis zum Sudan hin ist aber gerade deshalb für meine Auffassung in hervorragendem Maasse beweisend, weil verschiedene, ursprünglich verschieden gefärbte Völkerschaften darin wohnen. Die Berber, welche vom ersten Katarakt an nach Süden (in Nubien) leben, sind von Hause aus viel dunkler als die Aegypter. Die anthropologische Scheidung beider Völkerschaften ist noch heute eine deutliche, auch die Trennung der Sprache ist, von einzelnen Beimischungen abgesehen, eine scharfe. Wer sich vorher an arabische Laute gewöhnt, gelernt hat, sich auf arabisch verständlich zu machen, versteht jenseits von Assuan kein Wort aus der Sprache der Eingeborenen mehr. Und doch geht die Farbe der angrenzenden Aegypter in die der Berber über, d. h. die ersteren sind bei Assuan kaum heller als die Berber, deren Farbe wiederum bis gegen Wadi-Halfa noch schwärzer wird, als sie es bei Assuan ist. Mischung zwischen beiden Völkern kommt allerdings mit in Betracht, allein sie ist für die mitgetheilten Thatsachen nicht in erster Linie maassgebend. Ich stimme in dieser Beziehung vollkommen R. Hartmann bei, welcher in seinem Buche: „Die Völker Afrikas" (Internat. Bibliothek 1879 S. 9) sagt: „unsere Reisenden heben gewöhnlich den Gegensatz zwischen den hellen Aegyptern und den dunkeln Nubiern zu schroff hervor. Es kam mir immer so vor, als ob diese Herren die Zeit und die Orte zwischen Kene und Syene (Assuan) so gut wie verschliefen. Gerade auf dieser Strecke sieht man genug Uebergänge zwischen beiden Völkertypen. Es beruht dies nicht etwa nur auf Einwanderung und Ansiedelung nubischer Familien in dem Said (Oberägypten), sondern der Bewohner dieses Said wird, dem Wendekreise allmälig sich nähernd, dunkler, dunkler durch die Sonne, aber auch in Folge von Heirathen mit Berabra. So mochte

auch der nubische Besiedler des Nilthales allmälig unter der milden Sonne Mittelunterägyptens heller werden, zum Theil freilich auch wieder in Folge von Heirathen mit ursprünglich helleren Leuten. Dass aber bei solchen Processen eine gewisse Anpassung an Grund und Boden, an dessen physikalische, klimatische Verhältnisse stattfinde, erscheint mir als ein unabweislicher naturgeschichtlicher Vorgang."

Dass die schwarzen Berber unter der wenig milderen ägyptischen Sonne heller geworden sind, möchte ich zwar für wenig wahrscheinlich halten. Im Uebrigen habe ich das ganz allmälige Dunklerwerden der Menschen einer und derselben Rasse im Nilthal bis nach Dongola hin geradezu Schritt für Schritt verfolgt, wie es sich auch von uns aus bis nach Calabrien deutlich verfolgen lässt.

Solche Beobachtung dunkler Menschen und des Einflusses der Sonne auf die Färbung drängt die Bedeutung der Eigenart unserer germanischen Rasse in hervorragendem Maasse in den Vordergrund: es gibt keinen Stamm unter allen Völkern der Erde, der sich auch nur annähernd durch solche Eigenart des Zurücktretens von dunkler Farbe in der Körperbedeckung auszeichnet, und es bürgt mir dieselbe dafür, dass wir Germanen unsere Heimath in sehr gemässigtem Klima, wohl in ganz nordischen Gebieten [1]) zu suchen haben.

Die physikalische Ursache der Dunkelfärbung der Körperbedeckung ist offenbar die, dass durch die Einwirkung von Licht und Wärme, bezw. auf den Reiz beider, in Folge grösseren Blutzuflusses, Farbstoff in der Haut abgelagert wird. Vielleicht hat auch da und dort grössere Feuchtigkeit eine Bedeutung dabei. Grösserer Blutzufluss kann auch ohne Lichteinwirkung Farbstoff-

1) Der Umstand, dass die grössere Lichteinwirkung des Nordens bei Pflanzen und wohl auch bei manchen Thieren Pigmentirung befördert hat, kommt für den nordischen Menschen, welcher sich dieser Wirkung nicht ständig aussetzt, nicht in Betracht.

ablagerung an einzelnen Stellen der Haut bewirken. Es geschieht dies bekanntlich beim Weibe um die Brustzitzen, beim Manne am Hodensack, bei beiden Geschlechtern in der Achselhöhle und um die Afteröffnung. Der Kamerunreisende Dr. Passavant berichtet in seiner Doktordissertation, dass die Neger gerade an den Stellen, welche dem Lichte am wenigsten ausgesetzt sind, z. B. in der Achselhöhle, die dunkelste Farbe haben und verwerthet diese Thatsache gegen die Annahme, dass das Licht die Ursache der Dunkelfärbung der Menschen sei. Nach Obigem findet dieser scheinbare Widerspruch seine Lösung auf einfache Weise.

Ebenso wie die Pigmentirung der Haut des Menschen und wie die Pigmentirung überhaupt, steht unter dem Einfluss des Lichtes die Bildung des Blattgrüns (des Chlorophylls), die Grünfärbung der Pflanzen. Aber hier vererbt sich das Grün nicht auf die Nachkommen, denn wenn diese im Dunkeln erzogen werden, so bleiben sie farblos.

Wie tiefgreifend die Einwirkung des Lichtes auf die gesammte physikalische Zusammensetzung des Pflanzenkörpers, auf die gesammte Physiologie der Pflanzen sein muss, beweist die Thatsache, dass manche tropische Pflanzen, wie z. B. südamerikanische Bougainvillea-Arten, in den europäischen Treibhäusern, trotz aller Anwendung der Wärme, nicht oder nur unvollkommen blühen, wegen des ungenügenden Lichtes [1]).

Und wer wollte jene Einwirkung leugnen, wenn er nur an den Einfluss denkt, welchen das Licht auf die Richtung des Wachsens der Pflanzen und damit auf deren ganze Gestaltung hat!

Hierher rechne ich auch das erste Entstehen der „Kraftfarben" in der Haut vieler Thiere, z. B. von Reptilien, welche, deutlich auf Grund erhöhten Kreislaufs des Blutes, in der warmen Sonne auftreten

---

1) Vergl. die Ausgabe von Charles Martins der Zoologischen Philosophie von Lamarck. Deutsch, Jena, 1876. (In der biographischen Einleitung, verfasst von Martins.)

und in der Kälte schwinden und welche mit durch Zuchtwahl zu den bleibenden, glänzenden Farben in der Haut südlicher Thiere geführt haben. Ich rechne hierher also auch alle die Thiere der Dunkelfauna, welche in Folge von Mangel an Licht farblos geworden sein müssen, indem ihre nächsten, am Tageslicht lebenden Verwandten gefärbt sind. Die Pigmentlosigkeit ist unbestreitbar eine erworbene, sich vererbende Eigenschaft. Niemand wird ernstlich annehmen wollen, dass zufällig pigmentarme Individuen der betreffenden Arten, Männlein und Weiblein, überall in die Höhlen gekrochen seien und dort auf Grund der geschlechtlichen Mischung und auf Grund der Auslese farblose Geschlechter begründet hätten.

Weismann vertritt die Ansicht, dass die Farblosigkeit der Höhlenthiere auf Panmixie, auf unterschiedsloser geschlechtlicher Mischung in Folge von Aufhören der Auslese beruhe. Wie aber soll die Auslese zum Zustandekommen der Dunkelfärbung mitgewirkt, welchen Nutzen soll diese gehabt haben? Die Frage nach geschlechtlicher Auslese auf Grund der Schönheit kommt in den finsteren Höhlen zudem so wie so nicht in Betracht. Und die Hauptfrage: warum entsteht gerade in diesem Dunkel überall eine farblose und nicht eine irgend anders, grün, gelb, blau oder roth gefärbte Rasse durch Panmixie? Da wir wissen, dass das Licht Pigmentirung begünstigt, ganz ebenso wie die Entstehung des Chlorophylls, da wir wissen, dass Pigmentirung, ganz wie Chlorophyll, überall bei Lichtmangel schwindet, brauchen wir, wie ich meine, eine andere Erklärung als die nächstliegende für den Pigmentmangel der Höhlenthiere nicht. Die Thiere sind überhaupt auf frühen Entwicklungsstadien mehr oder weniger farblos und sehr viele werden ja farblos oder hell geboren und erlangen erst später die dunkle Färbung. Dieser Umstand begünstigt selbstverständlich das Farbloswerden der Höhlenthiere: da schon auf die erste Nachkommenschaft der in die Höhle gerathenen Individuen, welche hellhäutig geboren wird, kein Licht mehr einwirkt, wird die weitere Nachkommenschaft sehr bald hellhäutig bleiben.

Wie ungeheuer gross ist ferner die unmittelbare Wirkung der Wärme auf die Pflanzenwelt und wie deutlich die Vererbung dieser Wirkung! Man denke nur eben an die Gestaltung der Pflanzen in den verschiedenen Gürteln der Erde. Ganz andere Gestalten von Pflanzen haben sich in den Tropen gebildet als bei uns — doch offenbar ganz wesentlich mit unter dem unmittelbaren Einfluss des Klimas: Wärme und Feuchtigkeit mussten und müssen das Wachsen (d. i. die Vermehrung) der Zellen über die Grenze hinaustreiben, welche es in kälteren Klimaten erreicht, und dieses Wachsen musste üppigere, neue Gestalten bedingen.

In welchem Maasse vermehrtes Wachsen unmittelbar Gestaltveränderung hervorbringt, dafür diene folgendes Beispiel: die geilen Schosse, welche aus den Stümpfen abgehauener Bäume, z. B. von Ulmen und anderen Waldbäumen, treiben, tragen oft Blätter, welche ganz andere Gestalt haben als der Baum sie gewöhnlich hat, so dass sie einen ganz fremdartigen Eindruck machen. Es handelt sich hier um den unmittelbaren Einfluss besonders kräftiger Ernährung: dieselben Wurzeln, welche vor dem Abhauen des Baumes diesen ganzen Baum zu ernähren hatten, haben jetzt nur die spärlichen Schosse zu ernähren. Ist aus einem solchen Schoss ein Baum herangewachsen, so wird dieser wieder gewöhnliche Blätter haben. Und hätte man den Schoss durch Abhauen der meisten Wurzeln des Stumpfes wieder unter gewöhnliche Ernährungsverhältnisse gebracht, so würden die neuwachsenden Blätter gleichfalls wieder die gewöhnliche Gestalt bekommen. Gewisse Eigenschaften und andere, mit ihnen in Correlation stehende, welche unmittelbar durch bessere Ernährung bedingt sind, werden selbstverständlich mit dem Aufhören der letzteren wieder schwinden müssen — so gewiss wie Hungern mager und matt, zu viel Essen fett und träge macht. Jedenfalls können durch ein paar Jahre fortgeführte Versuche hier nichts beweisen. Eine andere Frage ist es, ob durch viele Jahrtausende fortgesetzte besonders gute Ernährung nicht beständige Eigenschaften an einer Pflanzenart her-

vorbringt, so dass diese eine Pflanzenart nicht mehr bestehen könnte, wenn sie unter andere ungünstige Ernährungsverhältnisse käme.

Der unmittelbar umändernde Einfluss des Klimas spricht sich selbst in unserer ganz gewöhnlichen Pflanzenwelt auf das deutlichste aus. Die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen einer Art gegen den Einfluss der Kälte und gegen den der Wärme ist z. B. sehr verschieden. Es ist sehr auffallend, wie ungleichzeitig unter denselben Verhältnissen wild wachsende Bäume derselben Art im Frühjahr ausschlagen, so die Buchen, welche dicht nebeneinander im Walde stehen. In dem im Roccocostyl angelegten Schlossgarten zu Veitshöchheim bei Würzburg ist mir diese allbekannte Thatsache an den beschnittenen Buchenhecken, welche die geraden Wege wie Mauern einfassen, vor Jahren zuerst sehr in die Augen gefallen. Im Frühjahr sind von gewissen Buchen gebildete Theile der Hecken schon grün, während die von anderen gebildeten, zwischen jenen liegenden und mit ihnen sogar gemischten noch gar nicht ausgeschlagen haben.

Jeder Gärtner weiss, dass einzelne Pflanzen derselben Art unter übrigens gleichen Verhältnissen widerstandsfähiger gegen die Kälte sind als andere. Der Darwinismus begnügt sich damit, solche Verschiedenheit zu benützen, um zu erklären, wie sie nun die Auslese ermöglicht und wie sie durch dieselbe gesteigert wird. Er frägt nicht nach den Ursachen der Verschiedenheit. Diese Ursachen können aber keine zufälligen sein. Es muss ihnen ein besonderer Zustand des Gewebes zu Grunde liegen, welcher in letzter Linie in äusseren Einwirkungen auf die Pflanze oder auf ihre Vorfahren beruhen wird. Denn dass solche Eigenschaft der Widerstandsfähigkeit erblich sei, wird doch angesichts so vieler, jedem Obstzüchter bekannten Thatsachen Niemand bezweifeln wollen.

Vielleicht ist jene, die Buchen betreffende Verschiedenheit, in Anbetracht dessen, dass fast jeder Buchenwald bei uns mehr oder weniger künstliche Anlage ist, darauf zurückzuführen, dass die Vorfahren der verschiedenzeitig ausschlagenden Buchen doch von

verschiedenen Standorten herrührten, an welchen sie sich je an die herrschenden äusseren Verhältnisse gewöhnt hatten. Dass die Pflanzen selbst — auch im Veitshöchheimer Garten — von verschiedenen Standorten herkommen, ist wohl weniger anzunehmen.

In unseren Gärten können wir in jedem Frühjahr beobachten, dass aus dem Süden stammende Gesträuche erst später ausschlagen als die unsrigen — sie sind an einen gewissen geringen Grad von Wärme derart gewöhnt, dass er noch keinen Einfluss auf sie hat: ihr Gewebe ist gleichgültig gegen diesen Grad von Wärme, wird durch ihn nicht gereizt. So ist anzunehmen, dass Pflanzen, deren Vorfahren kalte Standorte hatten, sich an die Kälte gewöhnten, das heisst physiologisch ausgedrückt, dass ihr Gewebe allein durch den Einfluss des Klimas allmälig ein anderes geworden ist.

In dieser Weise haben sich viele unserer Kulturpflanzen hochgradig akklimatisirt. Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die verschiedenen Arten von Winter- und Sommergetreide Formen sind, welche, aus einer und derselben Art hervorgegangen, allmälig nicht nur an verschiedene Reifezeit sich gewöhnt, sondern auch neue morphologische Eigenschaften angenommen haben. Sehr bemerkenswerthe Nachrichten über solche Akklimatisation gibt F. C. Schübeler in Beziehung auf skandinavische Pflanzen, insbesondere für die Getreidearten[1]). Schübeler findet:

1) Werden in Skandinavien (Norwegen und Schweden) Getreidearten nach und nach von Ebenen in Gebirgsgegenden gebracht, so können sie daran gewöhnt werden, sich nicht nur in derselben, ja sogar in kürzerer Zeit zu entwickeln, wie in ihrer wärmeren Heimath, sondern auch bei einer niedrigeren Mitteltemperatur. Wenn die-

1) F. C. Schübeler, Viridarium Norvegicum. — Norges Växtrige. Et Bidrag til Nord-Europas Natur-og Kulturhistorie. Bind I. Universitets-Programm. Mit zahlreichen in den Text gedruckten Holzschnitten und 4 Karten. Christiania (Dybwad) 1885. Obiger Auszug nach Foslie (Tromsö), Botanisches Centralblatt 1886, 28. Bd. S. 205.



selben Getreidearten dann, nachdem sie mehrere Jahre hindurch in jenen Gebirgsgegenden gebaut waren, wieder in die Muttererde verpflanzt werden, so reifen sie anfangs früher als dieselben Varietäten, die vorher ununterbrochen in der Ebene cultivirt worden sind.

2. Ebenso verhalten sich Getreidearten, die nach und nach von Süden nach Norden gebracht wurden, auch wenn die Wärme geringer und die Bewölkung grösser wie früher wird.

3. Die Samen verschiedener Gewächse nehmen bis zu einem gewissen Grade an Grösse und an Gewicht zu nach der Verpflanzung nach Norden, vorausgesetzt, dass sie ihre volle Entwicklung erreicht haben. Sie gehen aber wieder zurück auf ihre ursprüngliche Grösse, wenn die Pflanze wieder in der südlicheren Muttererde gebaut wird. In derselben Weise verhalten sich die Blätter mehrerer Bäume und anderer Gewächse.

4. Samen, der in nördlichen Gegenden reif geworden, gibt grössere und kräftigere Pflanzen, die auch besser einer rauhen Witterung widerstehen, als wenn dieselben Arten oder Formen von Samen aus südlichen Ländern gezogen werden.

5. Die Pigmentbildung bei den Blumen, Blättern und Samen ist grösser, je weiter man nach Norden kommt (wenigstens bis zu einem gewissen Grade) als bei denselben Arten und Varietäten unter südlichen Breitegraden.

6. Bei Pflanzen, bei welchen gewisse Organe sich durch Arom auszeichnen, nimmt dieses zu, je weiter man nach Norden kommt, vorausgesetzt, dass die Pflanze ihre volle Entwicklung erreicht, während die Zuckermenge bis zu einem gewissen Grade abnimmt.

Aus diesen Thatsachen, unter welchen übrigens 3 und 4 wohl durch natürliche Auslese zu erklären sind, ergibt sich unter Anderem die volle Berechtigung meiner Auffassung, dass ein Organismus durch fortdauernde Einwirkung bestimmter äusserer Verhältnisse ein anderer wird: denn je länger er dieser Einwirkung ausgesetzt ist, um so weniger wird er zum Rückschlag geneigt sein. So sind auch die ägyptischen Getreidearten gewiss heute nicht ganz

dieselben, welche sie vor 4000 Jahren waren, selbst wenn sich die Veränderung nicht in ihrer äusseren Gestalt, sondern nur in ihrer Zusammensetzung und ihrer Lebensfähigkeit äussern sollte. Denn es ist als ein für meine Auffassung besonders wichtiger, übrigens selbstverständlicher Satz hervorzuheben, dass die physiologischen Veränderungen in der Organismenwelt morphologischen Umgestaltungen stets vorausgehen müssen, weil sie ja die letzteren bedingen.

Zwei Ergebnisse der Schübeler'schen Versuche möchte ich noch besonders hervorheben.

Es ist allgemein bekannt, dass Pigmentbildung bezw. Farbenpracht bei den Pflanzen auf dem Gebirge ebenso wie im Norden zunimmt. Den Beweis liefern die Alpenpflanzen. Ein Theil dieser Erscheinung wird durch Auslese zu erklären sein, denn es ist klar, dass in der kurzen Blüthezeit diejenigen Pflanzen am ehesten durch die Insekten befruchtet werden, welche die grellsten Farben haben, indem sie die Insekten durch dieselben anlocken. Allein es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die in Folge der kurzen Nächte und der Wolkenlosigkeit des Himmels (trotz des kürzeren Sommers) im Norden und im Gebirge länger andauernde und kräftigere Einwirkung des Sonnenlichts unmittelbar an der Entwicklung der grösseren Farbenpracht betheiligt ist. Es fiel mir u. A. stets auf, in wie hohem Maasse auch diejenigen Pflanzen im Gebirge, für welche Auslese nicht in Betracht kommt, nämlich Garten- und die im Sommer vor den Fenstern stehenden Zimmerblumen der Gebirgsbewohner gegenüber denselben Arten bei uns durch ihre Farbenpracht hervorleuchten.

Nun ist aber auch bekannt, dass zahlreiche auf hohem Gebirge vorkommende Thier-, insbesondere Insektenarten, sich gegenüber ihren tiefer unten lebenden Verwandten durch dunkle Färbung auszeichnen. So gibt es z. B. in der Höhe verschiedene auffallende dunkle Arten und Abarten von Käfern.

Das starke Abändern unserer gemeinen Wegschnecke, Arion

empiricorum, in der Farbe ist allbekannt. Die Farbe wechselt von Hellgelbroth bis zu tiefem Schwarz. In meiner Abhandlung über das Variiren der Mauereidechse bin ich gelegentlich der Behandlung der Frage nach den Ursachen der Dunkelfärbung von Eidechsen auf diese Eigenthümlichkeit näher eingegangen und ich gebe das dort Geäusserte hier wieder, weil damit zugleich andere Ursachen der Dunkelfärbung und weitere Beispiele für Vererbung erworbener Eigenschaften bei Thieren berührt werden.

„Leydig hat nicht nur für die dunkle Varietät der Lacerta vivipara, sondern auch für Amphibien[1]) und vor Allem für Arion empiricorum[2]) darauf aufmerksam gemacht, dass Abändern nach dunkler Farbe bezw. nach Schwarz, mit Aufenthalt im Feuchten zusammenhänge. Er beobachtete weiter, dass zugleich mit Arion empiricorum andere Schnecken, wie Helix arbustorum, Succinea Pfeifferi, Helix circinata, an solchen Orten noch dunkler werden als gewöhnlich. Ja die Farbe wechselt in diesem Sinne bei Arion mit mehr feuchter oder mehr trockener Witterung: „Im ersten Frühjahr, bei noch sehr feuchter Beschaffenheit des Bodens und der Luft, erscheinen an den Plätzen, wo später nur rothgelbe Exemplare gesehen wurden, alle Thiere . . . . von dunkelbrauner Farbe." Namentlich waren sie in dem kühlen regenreichen Mai 1873 und im Juni bei vorherrschender Kälte und starken Regengüssen in dem äusserst durchnässten Walde des Spitzbergs (bei Tübingen) tiefschwarz. Zahlreiche Beispiele über Dunkelfärbung von Arion empiricorum an feuchten Orten werden von Leydig ausserdem mitgetheilt. Ich kann nur bestätigen, dass die Schnecke unter sonst gleichen Verhältnissen an feuchten Orten dunkel gefärbt erscheint, insbesondere fand ich auch, dass sie in dem sehr feuchten Sommer 1879 an Oertlichkeiten, wo sie sonst ziemlich hell angetroffen wird, durchaus dunkel war."

1) Leydig, Die anuren Batrachier, Bonn, 1877.
2) Leydig, Die Hautdecke und Schale der Gasteropoden, Archiv f. Naturgeschichte von Troschel, 1876.

„Vor einigen Jahren habe ich übrigens eine Beziehung zwischen der Höhe des Vorkommens von Arion und der Dunkelfärbung hervorgehoben, die sich mit der Annahme eines absoluten Einflusses der Feuchtigkeit auf die Dunkelfärbung nicht ganz in Einklang bringen zu lassen schien[1])". Ich beobachtete nämlich, dass der Arion empiricorum auf den wasserarmen Höhen der rauhen Alb (z. B. oberhalb Urach's) gewöhnlich dunkler war als am Fusse derselben im wasserreichen Thale, ja beim Abstieg in letzteres wurden die Thiere heller und heller: und ich fand seitdem, dass er auf allen Gebirgen, auf welchen ich darauf achtete, unverhältnissmässig dunkel, ja ausschliesslich dunkel, fast schwarz vorkommt, so auf dem Schwarzwald, auf dem Harz, auf dem Rigi u. s. w.

Leydig erklärt dagegen, auf den Höhen der wasserarmen Alb fast allgemein den Arion rufus gefunden zu haben[2]), während ein anderer ausgezeichneter Molluskenbeobachter, Weinland, entsprechend meinem Befund den Arion in der Umgebung seines Wohnorts auf der Höhe der Alb gewöhnlich dunkel, nie gelbroth fand, wie so häufig im Thale. „Man könnte sagen," fügt Weinland hinzu, „das Gebirge bringt immer das dunklere Pigment, wie bei Vipera berus die schwarze Gebirgsvarietät Vipera prester, wie in Nordamerika auf den White Mountains die schwarze Klapperschlange." „Doch," sagt er weiter, „hält das Gesetz nicht Stich: um den Hohen Neuffen fand ich fast nur hellrothe." Er will dann die Verschiedenheit der Farbe auf Anpassung zurückführen, was ich nicht zugestehen zu dürfen glaube[3]). Die Widersprüche erklären sich wohl dadurch, dass Feuchtigkeit und Höhenlage maassgebend sind für die Dunkelfärbung — je nachdem können beide Mittel wirksam sein und sie werden es im Gebirge häufig sein oder es

1) Württembergische naturw. Jahreshefte, Vortrag, gehalten im Verein für vaterl. Naturkunde zu Tübingen 1878.

2) Gasteropodenschale a. a. O. Sonderabdruck S. 60.

3) Weinland, Zur Weichthierfauna der Schwäbischen Alb, Jahreshefte des Vereins für vaterl. Naturkunde in Württemberg 1876.

kann starke Trockenheit die Wirkung der Höhenlage theilweise aufheben — in nassen Sommern dürfte man mehr dunkle Schnecken auf den Höhen finden als in trockenen Sommern [1]). Auch ist hervorzuheben, dass an manchen Oertlichkeiten alle Farben nebeneinander vorkommen, was wohl nur durch die Individualität und durch die Lebensgewohnheiten, die besonderen Schlupfwinkel der einzelnen Thiere erklärt werden kann.

Es scheint mir also unzweifelhaft, dass Feuchtigkeit und Höhenlage unmittelbar und ohne Zuhülfenahme der Anpassung Dunkelfärbung begünstigen — Anpassung kann meiner Ansicht nach bei unseren Schnecken nicht in Betracht kommen, weil dieselben zu den Thieren gehören, welche sich frank und frei, über Weg und Steg kriechend, den Blicken der Welt aussetzen, wie sich absichtlich zeigend, um auszurufen: ich bin ein ungeniessbar, widerlich Ding, rühre mich nicht an!

Was bewirkt nun in der Höhenlage die dunklere Färbung? Es scheinen mir, abgesehen von Feuchtigkeit, nur zwei Ursachen möglich zu sein, entweder das Licht oder der geringere Luftdruck. Da der letztere den Zufluss des Blutes zur Haut erleichtert, könnte er auch die Ablagerung dunkeln Farbstoffs begünstigen.

Jedenfalls haben Höhenlage und Feuchtigkeit bei verschiedenen Thieren eine bleibende Aenderung der Färbung bedingt, welche mit als Merkmal für Unterscheidung von Arten dient [2]).

Ein zweiter Punkt, welchen ich in Beziehung auf die Ergebnisse Schübeler's noch berühren will, betrifft die Zunahme des aromatischen Geschmacks der Früchte nach Norden. So angenehm der Genuss von Apfelsinen und Feigen in Südeuropa sein mag, er gleicht meiner Empfindung nach nicht entfernt den Mangel aus, welchen auch bei uns heimische Obstfrüchte im Süden an aromatischem Ge-

---

1) Bei Hamburg sollen nur schwarze Arion vorkommen. Vielleicht bedingt die Feuchtigkeit des Seeklimas überall an den Seeküsten diese Farbe? Vergl. das Folgende.

2) Weitere Belege folgen später.

schmack zeigen. Die ohne künstliche Zucht sich fortpflanzenden Walderdbeeren sind in Süditalien, gerade wie die Kirschen und die Aepfel, fast durchaus geschmacklos. Das sind doch Veränderungen, welche einfach Klima und Boden erzielt haben — ebenso wie es keinen Wein in der Welt gibt, der edlem Rheinwein an feinem Aroma gleichkommt.

Die Akklimatisation in fremde Gebiete versetzter Pflanzen anlangend, so gehören die von Schübeler aufgestellten Umänderungen, wie ich schon berührt habe, zu Thatsachen, deren jeder Obstzüchter und überhaupt jeder Landwirth in Fülle kennt. Gewöhnt man ja doch Kulturpflanzen der verschiedensten Art allmälig an neue Standorte, an fetten oder an mageren Boden, durch ihr Versetzen oder durch Verpflanzen ihrer Nachkommen. Der Obstzüchter einer rauhen Gegend wird Obstbäume, gleichviel welcher Art, nicht aus warmen, sondern aus rauhen Gegenden beziehen, wenn er ihres Fortkommens sicher sein will.

Nach allen Richtungen könnten für die Schübeler'schen Angaben hunderte von Beispielen beigebracht werden.

Man wird mir einwenden, dass es sich bei diesen künstlichen Versuchen überall nicht um Bildung neuer Arten handle. Ich habe diese Ausstellung schon im Vorstehenden als eine thatsächlich berechtigte anerkannt. Allein ich erkenne sie nicht als grundsätzlich berechtigt für die Behauptung an: die Thatsache, dass äussere Einwirkungen, dass künstliche Zucht Veränderungen an Thieren und Pflanzen bewirken, welche so lange als diese Einwirkungen selbst dauern, beweise nichts für die Bedeutung äusserer Verhältnisse für die Vererbung erworbener Eigenschaften und für die Umbildung der Arten.

Alle Zuchtergebnisse, welche der Mensch an Pflanzen und Thieren mit Erfolg anstellt und seit Jahrtausenden angestellt hat, beweisen vielmehr auf das unwiderleglichste die Thatsache der Vererbung erworbener Eigenschaften.

Warum aus solchen Zuchtergebnissen ständige Arten sich in

den bekannten Fällen nicht erzielen lassen, das ist eine Frage für sich, welche ich eben im Vorstehenden zu erklären versucht habe.

Es ist in meinen Augen ein geradezu unnatürliches, es ist ein vollkommen unphysiologisches Verlangen, dass Wirkungen, welche man durch während verhältnissmässig kurzer Zeit fortgesetzte künstliche Mittel erzielt hat und erhält, nach dem plötzlichen Aufhören dieser Mittel fortdauern sollen.

Nur eine ganz allmälige, eine durch sehr lange Zeiträume Schritt für Schritt langsam fortgeführte Einführung in neue Verhältnisse könnte vielleicht — wenn übrigens die neuen Verhältnisse der gegebenen Entwicklungsrichtung entsprechen — zur Erhaltung künstlich erzeugter Merkmale führen. Einen gewissen Grad solcher Erhaltung künstlicher Eigenschaften auf Grund der Beachtung der nothwendigen Erfordernisse erzielten die Versuche Schübeler's. Voll und ganz kann denselben aber nur die Natur gerecht werden — es sei denn, dass wir im Stande wären, mit den ungemessenen Zeiträumen bei unseren künstlichen Versuchen zu rechnen, welche die Natur angewendet hat. Wären wir dazu im Stande, so würden wir vielleicht künstlich ihre Leistung in Beziehung auf bleibende Umwandlung in vielen Fällen nachmachen, ja übertreffen können.

Die Thatsachen aber, welche die Betrachtung der allmäligen Umbildung der Pflanzen- und auch der Thierformen von Norden nach Süden oder auch von der Höhe nach der Tiefe zu an die Hand gibt, liefern doch den deutlichsten Beweis dafür, dass es klimatische Verhältnisse gewesen sein müssen, welche jene Umbildung begünstigten, bezw. mit veranlassten, und die allmälige Umgestaltung der ausgestorbenen Thier- und Pflanzenformen weist auf das bestimmteste mit auf solche äussere Ursachen hin.

Es ist diese allmälige Umbildung vielfach eine so in die Augen springende, dass gar nicht sie als die nächstliegende der zu beantwortenden Fragen erscheint, sondern die nach den Ursachen der Trennung der Organismenkette in Arten — und dass



jener Zusammenhang zweifellos ursprünglich bestanden hat, dafür ist die Thatsache ein Beweis, dass er in der ausgestorbenen Organismenwelt innerhalb weiter Grenzen wirklich ohne Unterbrechung nachweisbar ist.

Das tropische Klima hat aber entschieden unmittelbaren Einfluss auf bestimmte Eigenschaften der Thiere, insbesondere auf deren Körperbedeckung, auf Dichtheit des Haarkleides, Beschaffenheit der Wolle etc., wie verbürgte Beispiele darthun, zuweilen in sehr kurzer Zeit geübt.

In Indien verlieren unsere Hunderassen schon nach zwei Generationen ihre charakteristischen Merkmale, so z. B. werden bei Hühnerhunden die Nasenlöcher mehr zusammengezogen, die Nase spitziger, die Grösse geringer, die Glieder schlanker (Everest). An der Guineaküste werden die Ohren der Hunde lang und steif, wie bei Füchsen, zu deren Färbung sie auch neigen, so dass sie in 3 oder 4 Jahren zu sehr hässlichen Geschöpfen ausarten, nach 3 oder 4 Generationen wird ihr Bellen zum Geheul (Bosmann).

In Paraguay ist die Hauskatze um $^1/_4$ kleiner geworden, hat einen schlanken Körper, ihr Haar ist kurz, glänzend, dünn und liegt dicht an, namentlich an dem fast nackten Schwanz (Rengger).

Auf dem Malayischen Archipel und in Hinterindien haben die Katzen einen abgestutzten Schwanz nur von der halben gewöhnlichen Länge, oft mit einer Art Knoten am Ende (Crawfurd).

Auch Hunde werden in den Tropen nach verschiedenen Angaben häufig dünnbehaart.

Man schreibt im Darwin'schen Sinne einfach den gewöhnlichen Haarwechsel der Säugethiere allmäliger Erwerbung durch Zuchtwahl zu, ohne auch hier an die letzten Ursachen der Erscheinung zu denken. Die mitgetheilten Nachrichten scheinen darauf hinzudeuten, dass diese Ursachen doch in der unmittelbaren Einwirkung des Klimas, bezw. in den durch dasselbe veränderten physiologischen Zuständen der Haut liegen.

Es könnte die Thatsache, dass unsere Säugethiere im Frühjahr ein dünneres, im Herbst ein dichteres Haarkleid bekommen, übrigens auch darauf beruhen, dass ihr Ernährungszustand im Herbst in der Regel ein besserer ist als im Frühling. Bei unseren Hausthieren wäre der Haarwechsel dann als eine erworbene, vererbte Eigenschaft zu betrachten.

In Porto-Santo ist bei den dort verwilderten Kaninchen die Oberseite röther und nur selten von schwarzen oder schwarzspitzigen Haaren untermischt. Kehle und gewisse Theile der Unterseite sind statt rein weiss blassgrau oder bleifarben, die Oberfläche des Schwanzes statt schwarzgrau rothbraun, die Ohren ohne schwärzliche Einfassung. In beinahe 4 Jahren hatte ein von Porto-Santo nach England importirtes Exemplar die Eigenthümlichkeiten der Rasse fast ganz verloren (Darwin).

In Neuseeland soll das Klima unmittelbar die Bildung einer längeren und stärkeren Wolle begünstigen.

In südlicheren Gegenden haben Thiere und Pflanzen im Allgemeinen auch bessere Ernährungsbedingungen als im Norden, und mit darauf, nicht allein auf die Einwirkung des Klimas müssen die Veränderungen geschoben werden, welche ihre Gestaltung von Norden nach Süden erfährt. Von der Bedeutung der Ernährung für das Wachsen und für die Umgestaltung der Form habe ich schon gesprochen [1]). Ich füge hier nur hinzu, dass die Zunahme der Grösse von Thieren einer und derselben Gattung und sogar einer und derselben Art von Norden nach Süden zuweilen eine höchst auffällige ist. Man sieht dann häufig auf das deutlichste, dass, indem mit dieser Grössenzunahme die Entstehung anderer Eigenschaften Hand in Hand ging, die Veranlassung zur Bildung

1) In Beziehung auf den Einfluss der Ernährung auf die Umbildung der Formen vergleiche man besonders im Folgenden: Die Bienen als Beispiel für die Bedeutung erworbener und vererbter Eigenschaften.



neuer Arten gegeben worden sein muss, und man streitet sich in solchen Fällen oft genug, ob man die Abgeänderten als neue Arten bezeichnen soll oder nicht. Ich erinnere hier nur an die Arten der Gattung Scorpio, welche in einer kleinsten Form, als Scorpio germanus, schon in Tirol vorkommt. Ich erinnere ferner an die so wunderbare Zunahme der Grösse der Julus- und Scolopendra-Arten nach dem Aequator zu.

Ein Beispiel solcher Grössenzunahme und Farbenumänderung und damit verbundener correlativer Eigenschaften habe ich in der Mauereidechse genau untersucht und beschrieben (vergl. später).

Die erworbenen und vererbten Eigenschaften unserer Hausthiere, welche auf Ernährung beruhen, sind so allbekannte und auffällige, dass darüber kein Wort weiter zu verlieren ist.

Jede einigermaassen sorgfältige Ueberlegung wird aber auch zeigen, dass eine grosse Anzahl dieser Eigenschaften ohne jede Zuhülfenahme der Auslese entstanden sein muss: in letzter Linie verdanken ja alle entweder unmittelbarer Wirkung der veränderten Lebensverhältnisse oder der Correlation ihren Ursprung.

Ich führe nur einige Beispiele an, welche Auslese ausschliessen. Ein besonders auffälliges ist mir erst vor Kurzem von einem deutschen Gutsbesitzer, welcher grosse Viehzucht hat, mitgetheilt worden. Derselbe versichert mich, durch Füttern von Knochenmehl an die Lämmer in wenig Jahren eine Schafrasse erzielt zu haben, welche viel schwerer an Gewicht, kräftiger an Knochenbau und grösser als die Stammform sei. Dabei wurde Auslese nicht angewendet.

Ein anderes solches Beispiel ist dies, dass die Federn der gezähmten Strausse nach Angabe von Sachkundigen schwerer sind als die der freilebenden, und zwar deshalb, weil ihre Kiele dicker seien. Es wird daher das Gewicht der Federn von gezähmten Straussen geringer bezahlt als das der freilebenden.

Andere Beispiele für ohne Zuhülfenahme der Anpassung durch

Zucht erworbene und vererbte Eigenschaften werde ich in der nächsten Abtheilung bringen.

Hier folgt zunächst der früher berührte Fall des Krebschens Artemia salina, zum Beweis einer in der freien Natur durch die Aenderung des Salzgehaltes des Wassers vor sich gegangenen Umbildung einer Art in eine andere.

Der in salzigen Binnengewässern bei uns vorkommende kleine Krebs Artemia salina erhält durch Verminderung des Salzgehaltes des Wassers, in welchem er lebt, die Eigenschaften der dem Süsswasser angehörenden Gattung Branchipus, namentlich einen neungliedrigen Hinterleib statt des achtgliedrigen. Durch Vermehrung des Salzgehaltes aber lässt er sich in die in der Krim lebende Art Artemia Milhausenii überführen und diese durch Verminderung des Salzgehaltes wiederum in Artemia salina!

Ebenso wie beim Axolotl würde dieses einzige Beispiel allein lautredend genug sein zu Gunsten der von mir vertretenen Auffassung.

Herr Schmankewitsch[1]) beobachtete, dass die Umwandlung der Artemia Milhausenii M. Edw. in einem südrussischen See in Folge von Vermehrung des Salzgehaltes nach einem Zeitraum von drei Jahren sich vollzogen hatte. Letzteres Thierchen unterscheidet sich von A. salina wesentlich durch den Mangel der Schwanzlappen. Schmankewitsch hat die A. Milhausenii auch durch künstliche Zucht hervorgebracht, indem er die A. salina durch mehrere Generationen in Salzwasser mit zunehmendem Salzgehalt erzog.

Die Form von Branchipus, in welche sich Artemia salina in Folge von Verdünnung des von ihr bewohnten Salzwassers umwandelt, ist Branchipus spinosus Grb. Es handelt sich hier also nicht nur um Umwandlung in eine Form, welche als besondere Art

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XXV Suppl. u. XXIX.

bezeichnet, sondern in eine solche, welche einer anderen Gattung zugerechnet wird.

Branchipus hat mehr Körperglieder als Artemia. Er wird gegenüber Artemia als die phyletisch ältere Form angesehen werden müssen und es wird deshalb die Umbildung von Artemia in Branchipus als ein Rückschlag aufgefasst werden können. Nicht so die Umbildung von Artemia salina in A. Milhausenii, denn letztere steht in der Entwicklung höher als erstere. Höchst merkwürdig ist aber ferner, dass der Salzgehalt des Wassers auch auf die Dauer der Entwicklung von Einfluss ist: höherer Salzgehalt verlangsamt, geringerer beschleunigt sie.

Auch bei anderen Krebschen, bei Daphnien, bemerkte Schmankewitsch ähnliche Veränderungen in Folge von Verdickung oder Verdünnung des Salzwassers.

Es kann meiner Ansicht nach keinem Zweifel unterliegen, dass u. A. auch für die Entstehung neuer Formen unserer Süsswasserfische das Leben in bestimmt gearteten Gewässern maassgebend gewesen ist. Die so nahe verwandten Lachsarten unserer Süsswasser sind offenbar zum Theil Oertlichkeitsformen, oder sie sind sichtlich von der Beschaffenheit des Wassers, in welchem sie leben, beeinflusst. Besonders bemerkenswerth ist in dieser Beziehung die Seeforelle, Salmo lacustris, gegenüber der Bachforelle, Salmo fario. Der Feinschmecker unterscheidet beide leicht von einander. Die Seeforelle hat rauheres Fleisch als die Bachforelle, schmeckt wohl auch etwas moorig. Auch in der Farbe und Zeichnung der Haut zeigen beide in der Regel Verschiedenheiten, den Artunterschied aber hat man vorzüglich auf die Bezahnung des Pflugscharbeins (Vomer) gegründet. In der letzten Zeit hat Prof. Klunzinger gewiss mit vollem Recht die übrigens von mir längst getheilte Ansicht öffentlich vertreten, dass beide Fische eine und dieselbe Art sind. Aber sie sind durch die Einflüsse des verschiedenen Aufenthalts, der eine in Seen, der andere im rasch fliessenden Wasser der Bergbäche lebend, derart ver-

schieden geworden, dass man sie bis dahin für verschiedene Arten angesprochen hat, trotzdem man von jeher die grössten Schwierigkeiten fand, eine wirklich bestimmte Unterscheidung zwischen ihnen zu treffen.

In ähnlich geringem Grade ist nun aber auch die Lachsforelle, Salmo trutta, von der See- und der Bachforelle verschieden, so dass man mit Klunzinger wohl auch diese als „biologische Art" wird ansehen dürfen.

Die Vergleichung der amerikanischen Thierwelt mit der europäischen zeigt eine grosse Anzahl von merkwürdigen Parallelformen, d. h. für zahlreiche unserer Thierarten finden sich in Nordamerika Vertreter, welche ihnen sehr ähnlich sind, welche aber wieder so viele besondere Eigenschaften haben, dass sie als besondere Arten bezeichnet werden oder doch besondere Abarten darstellen. So das Rennthier: Cervus tarandus und C. caribou Aud. & Bachm.; Canis lupus, bei welchem orientalis als unser, occidentalis als amerikanischer Wolf unterschieden werden; Ursus arctos unser brauner Bär und Ursus americanus und ferox in Nordamerika; Cervus elaphus, unser Edelhirsch, und C. canadensis, der Wapiti-Hirsch; Bison europaeus und B. americanus u. s. w.

Es sind diese Beziehungen von Formen nicht anders zu erklären als dadurch, dass die Thierwelt von Amerika und Europa durch Verbindung beider Welttheile einst vereinigt war und dass sie sich mit auf Grund der äusseren Verhältnisse hier und dort allmählich in zwei verschiedene Gruppen umgebildet hat, und zwar ist, wie ich früher schon berührte, die amerikanische Thierwelt in vielen Formen, insbesondere bezüglich der Zeichnung, auf der früheren Stufe der Entwicklung stehen geblieben: es hat sich demnach die Umbildung mit durch Genepistase vollzogen!

Derartige sich vertretende (vicariirende) Arten gibt es übrigens bekanntermassen in der Thierwelt verschiedener Welttheile in Fülle,

nur ist Trennung und Verwandtschaft zugleich in der Regel nicht so ausgesprochen wie gerade zwischen den europäischen und amerikanischen Formen.

Die glänzendsten Beispiele für die Bedeutung von Klima, Bodenbeschaffenheit und Abgeschlossenheit zugleich für die Gestaltung der Lebewelt gibt aber die so eigenartige Flora und Fauna Australiens ab. Australien bietet uns ein abgeschlossenes Entwicklungsgebiet der Natur im Grossen wie es schöner nicht gewünscht werden kann. Beutelthierarten vertreten dort die verschiedensten Gruppen unserer Säugethiere, bilden Parallelformen zu denselben. Es giebt demgemäss Beutelthiere, welche unsere Nagethiere, andere welche unsere Wiederkäuer vertreten u. s. w. und welche demgemäss ein den Nagethieren, bezw. den Wiederkäuern ähnliches Gebiss haben, ja die wiederkäuerähnlichen haben einen mehrfachen Magen.

Der Darwinismus wird nun sagen: diese Aehnlichkeit ist entstanden durch die Auslese auf Grund derselben Bedürfnisse: da sich in Australien keine anderen Thiere als Beutelthiere aus niederen Formen entwickelt haben, so passten sich eben die Beutelthiere an die Verhältnisse des Landes an. In anderen Ländern aber ging die Entwicklung der Säugethiere von den Urbeutelthieren aus in verschiedenen Linien weiter und es entstand so die Mannigfaltigkeit der übrigen Säugethierwelt. Es darf aber doch wohl unzweifelhaft die unmittelbare Einwirkung der Gleichförmigkeit des australischen Gebietes für die Einförmigkeit der dortigen Thier- und Pflanzenwelt mit verantwortlich gemacht werden, und die Thatsache, dass die Beutelthiere dennoch ähnliche Organisationsverhältnisse angenommen haben wie die übrigen Säugethiergruppen ausserhalb Australiens ist wohl unzweifelhaft theilweise mit auf unmittelbare Einwirkungen der Aussenwelt zu schieben — denn die Anfänge der Organbildung sind in und ausserhalb Australiens einst unabhängig von einander aufgetreten nnd haben sich zu vollkommen analogen Bildungen entwickelt.

Ueberdies kann man nicht sagen, dass andere, höhere Lebeformen in Australien nicht hätten entstehen können, denn neu, aus der übrigen Welt dort eingeführte Pflanzen und Thiere gewinnen das Uebergewicht über die australischen und verdrängen sie.

Einer meiner Assistenten, Herr Dr. Vosseler, hat eine Beobachtung gemacht, welche, wenn sie wirklich auf den Gründen beruht, die er voraussetzt, einen sehr bemerkenswerthen Beitrag zu den Ursachen der Umbildung der Formen in dem von mir vertretenen Sinne gibt. Herr Vosseler hatte zu Anfang des Jahres 1886 (am 6. Februar, also jetzt vor $^5/_4$ Jahren) eine Anzahl von reifen Jungen aus den Eileitern eines Feuersalamanders (Salamandra maculata) herausgenommen. Er that dieselben in ein geräumiges Aquarium um sie später zu verwerthen, liess aber einige übrig, welche er, vollständig vergass und welche demgemäss auch nicht gefüttert worden sind. Nachdem die Thierchen so über ein Jahr ohne entsprechende Fütterung geblieben waren — denn das Aquarium enthielt nur Algen und wenige Infusorien — wurden sie wieder aufgefunden. Sie waren in dieser ganzen Zeit von 3 Centimeter nur auf 5 Centimeter gewachsen und hatten sich nicht verwandelt. Sie waren nicht aus dem Wasser herausgegangen, obschon dazu Gelegenheit gegeben war — sie sind auch bis heute nicht herausgegangen, haben kräftige Kiemen, den Ruderschwanz, die Färbung und überhaupt alle Eigenschaften der Larve beibehalten und leben munter als Wasserthiere. Die Untersuchung zeigte, dass sie, die sonst Würmer, allerlei Larven u. s. w. fressen, sich von Algen und nebenbei von Infusorien ernährt hatten — sie sind also fast ganz Vegetarianer geworden.

Sonst hat man Lurche, welche im gewöhnlichen Leben ihre Kiemen zu verlieren und zur ausschliesslichen Luftathmung auf's Land überzugehen pflegen, dadurch gezwungen ihre Kiemen beizubehalten und Wasserthiere zu bleiben, dass man sie verhinderte aus dem Wasser herauszugehen oder überhaupt unmittelbar viele Luft zu athmen, indem man z. B. das Gefäss, in welchem

man sie hielt, mit einem Schleiertuch verschloss. Auch das Gelingen solcher Versuche zeigt an sich die grosse Bedeutung der unmittelbaren Einwirkung äusserer Verhältnisse auf die Umgestaltung der Formen.

Die Erfahrung, dass mangelhafte Ernährung das Stehenbleiben einer Form auf tieferer Stufe der Stammesentwicklung veranlassen, das phyletische (Stammes-) Wachsthum also hemmen kann, ebenso wie schlechte Ernährung das individuelle Wachsen hemmt, würde einen weiteren sehr bemerkenswerthen Gesichtspunkt für die Berechtigung der Erklärung der Entwicklung der Formen als Wachsen abgeben.

In der That lassen sich Beispiele aus der freien Natur bringen, welche diese Bedeutung der Ernährung von vornherein nahe legen. Bekanntermassen braucht der Maikäfer im südlichen Deutschland in der Regel 3 Jahre, im nördlichen 4 zur Entwicklung. Im südlichen Deutschland ist immer das dritte Jahr ein Maikäferjahr, im nördlichen das vierte. Es kommt aber im südlichen Deutschland nach langem, unwirthlichen Winter vor, dass auch hier die Entwicklung in der oder jener Gegend um ein Jahr verzögert wird, deshalb sind die Maikäferjahre zuweilen an benachbarten, in verschiedenem Grade geschützten Oertlichkeiten nicht dieselben. In besonders warmen Sommern erscheint auch im Norden der Maikäfer um ein Jahr früher — es sind das die Käfer, welche schon im August und September fliegen. Die letzte Zeit des Lebens unter der Erde bringt die Larve als Puppe zu. Die Verpuppung findet gewöhnlich im Frühsommer des Jahres statt, welches dem Auftreten der Käfer vorangeht. Die Temperaturverhältnisse beschleunigen oder verlangsamen die Verpuppung. Da die Temperaturverhältnisse aber die Fresszeit der Larve, des Engerlings, verkürzen oder verlängern werden, so ist anzunehmen, dass die Verpuppungszeit der gefrässigen Larve mit von der Ernährung bedingt ist.

Der Engerling ist nun allerdings das Larvenstadium des Maikäfers. Allein er stellt doch auch eine Stufe der Stammesentwick-

lung dar. Und das Beispiel zeigt, dass durch ungünstige Wärme- bezw. Ernährungsverhältnisse auch die Stammesentwicklung um eine Stufe zurückgehalten worden sein müsste, bezw. dass die letztere wohl von vornherein durch Wärme und Ernährung, gleich dem individuellen Wachsen, bedingt war.

Uebrigens erscheint es als selbstverständlich, dass auch der Wärme allein eine entsprechende Wirkung wird zugeschrieben werden müssen, wie das der Einfluss der Temperatur auf die Entwicklungszeit der verschiedensten Arten von Larven nicht nur, sondern auch von Puppen beweist, welche ja keine Nahrung zu sich nehmen. Ich werde auf die Bedeutung der Wärme für die Umbildung der Arten alsbald näher zu sprechen kommen. Vorher möchte ich auf einige Thatsachen hinweisen, welche noch weiter den Einfluss der Ernährung auf die Umbildung der Formen zeigen.

Es ist den Knaben bekannt, dass der „brauner Bär" genannte Schmetterling Euprepia Caja in verschiedenen Abarten erzogen werden kann, je nachdem man die Raupe mit verschiedener Nahrung füttert. Es sind auch hier offenbar nicht zufällige Abänderungen welche durch die Aenderung der Nahrung entstehen, sondern je ganz bestimmte. Denn die Verschiedenheiten der Zeichnung, welche zahlreiche solche Abarten meiner Sammlung zeigen, sind nicht regellos, sondern es lassen sich auch hier bestimmte Richtungen der Umbildung erkennen.

Auch andere Schmetterlinge sind bekannt, auf deren Färbung und Zeichnung die Fütterung der Raupen grossen Einfluss hat. Ich bin aus besonderen Gründen davon überzeugt, dass dadurch, dass Raupen sich zu irgend einer Zeit einem Futterwechsel anzubequemen gezwungen waren, viele neue Arten entstanden sind. Es spricht dafür u. A. die Thatsache, dass zahlreiche sehr wenig verschiedene verwandte Vanessa-Arten, so Vanessa polychloros, xanthomelas, l. album und urticae ihre Eier an verschiedene Futterpflanzen ablegen. Es liegt sehr nahe, die Verschiedenartigkeit der Nahrung in solchen Fällen als Ursache der Entstehung verschiedener Eigenschaften anzusehen.

Ich behandle nun zunächst noch ein besonderes, von mir selbst sorgfältig verfolgtes Beispiel vom Einfluss allgemeiner Aenderung der äusseren Verhältnisse und wohl in erster Linie der Ernährung auf die Umbildung der Formen, zum Beweis der Vererbung erworbener Eigenschaften.

Unsere Hauskatze stammt entschieden von der Falbkatze (Felis maniculata) ab. Beide lassen sich, wie ich in der Zeitschrift „Humboldt“ 1886 vertreten habe, weder nach dem Skelet, noch nach irgend anderen wirklich massgebenden Merkmalen unterscheiden. Indessen erscheint die Falbkatze, abgesehen von ihrer fahlgelbgrauen Färbung, etwas schlanker gebaut, sodann etwas kürzer, glatter behaart als zumeist unsere Hauskatze, ferner ist diese in Folge des Schutzes, welchen sie im Hause geniesst, allmählich in Beziehung auf die Färbung und Zeichnung sehr ausgeartet, während die wildlebende (bei den Niam-Niam nach Schweinfurth übrigens halbgezähmte und die Hauskatze vertretende) Falbkatze in Afrika der Wüstenfarbe angepasst ist und die ursprüngliche Querstreifung beibehalten hat, welch letztere, auf grauer Grundfarbe, auch bei der Hauskatze noch so häufig vorkommt. Diese Querstreifung und graue Farbe ist auch bei der Wildkatze deutlich, welche nach meiner Ansicht ebenfalls nicht als eigene Art, sondern als werdende Art, als Abart der Felis maniculata domestica anzusehen ist. Besondere Zucht, Auslese, ist in Beziehung auf die Zeichnung in Aegypten, offenbar der ältesten Pflegestätte der Hauskatze, mit dieser wohl kaum betrieben worden. Man hat dort wohl allen Katzen das Vergnügen der Fortpflanzung frei gewährt; getödtet wurde ja so wie so keine Katze, denn die Katze war heilig. Also haben wir in der Verschiedenheit der Zeichnung der Hauskatze nicht etwas durch Auslese Erworbenes, sondern etwas auf Grund äusserer Verhältnisse, zunächst durch Wegfallen der Auslese und in letzter Linie durch irgendwelche unmittelbare Abänderungsursachen Entstandenes.

Ich habe nun darauf hingewiesen, dass auch dieses Ab-

ändern durchaus nicht völlig regellos ist, dass dasselbe gewisse Grundlinien einhält.

In noch viel höherem Masse gilt dies, wie ich zeigte, für unsere Haushunde: Die scheinbar zahllosen Verschiedenheiten der Zeichnung dieser Thiere, Flecken, Tupfen und Striche sind nichts weniger als zufällig, regellos, sondern sie sind auf eine ganz bestimmte Grundform zurückzuführen [1]). Diese Grundform der Zeichnung der Haushunde und der Hauskatze schliesst sich allerdings an die ursprüngliche Zeichnung an, entsteht durch Verstärkung und Zusammenfliessen einzelner ihrer Theile, aber als Ganzes ist sie doch etwas Neues. Es zeigt sich in ihr (jedenfalls bei den Hunden) eine neue, bestimmte Richtung der Entwicklung, welche nur auf im Hausthierzustand gelegenen Ursachen beruhen kann. Zwar wird die Auswahl des Menschen bei der Züchtung der Hunde stets auf eine gewisse Symmetrie auch der Zeichnung gerichtet sein: Hunde, welche dieselbe weniger zeigen, werden weniger fortgepflanzt werden, aber bei werthvollen Hunderassen z. B. bei Hühnerhunden kommt auch dieser Grad von Auslese nicht in Betracht, und da die Regelmässigkeit, von welcher ich eben spreche und welche ich durch Abbildungen im „Humboldt" nachgewiesen habe, bisher Niemandem aufgefallen ist und nicht bekannt war, so konnte sie auch nicht Gegenstand der Züchtung sein. Ich bemerke nebenbei, dass meiner Beobachtung nach auch die scheinbar regellose Fleckenzeichnung unseres Rindviehs auf eine ganz bestimmte Gesetzmässigkeit zurückzuführen ist. Für Hund und Katze aber kommt noch die merkwürdige Thatsache in Betracht, dass die neue Regel in der Zeichnung bei beiden eine gewisse Uebereinstimmung besitzt, bei beiden unabhängig von einander durch Umänderung derselben Theile der ursprünglich beiden gemeinsamen Querstreifung entstand, welche auch der Hund als

---

[1]) Vgl. „Humboldt" und Zoologischer Anzeiger am angegebenen Orte.



Zeichen uralter Blutsverwandtschaft mit der Katze noch erkennen lässt.

Ich habe jene Umbildung der Zeichnung in ihren Anfängen an den Strassenhunden in Konstantinopel genau verfolgt und habe darüber schon in den genannten Zeitschriften Mittheilung gemacht. Diese Hunde sind offenbar die unmittelbaren Nachkommen von Schakalen. Sie sind ursprünglich Schakale, welche sich unter dem Schutze des edlen muhammedanischen Gebrauchs, den Thieren nichts zu leide zu thun, ja sie zu pflegen, zu speisen und zu tränken, in der Nähe der Menschen, in Dörfern und Städten niedergelassen haben, ohne dass die Menschen sie als Hausthiere, als Eigenthum angenommen hätten. Sie treiben also, was sie wollen. Es liefern nun diese Hunde den besten Beweis für die Richtigkeit dessen, was ich vorhin gesagt habe, für den Satz, dass es das Aufhören der natürlichen Züchtung durch den Kampf um's Dasein in der freien Natur und dann, als Positives, die Einwirkung von Verhältnissen des „zivilisirten" Lebens gewesen ist, was neue körperliche Eigenschaften dieser Hunde veranlasst hat. An Stelle der alten, wüstengelben Schakalfarbe und der Spuren bestimmter ererbter Zeichnungen auf derselben treten die Anfänge anderer Färbung und der neuen Fleckenzeichnung auf, letztere in der Gesetzmässigkeit, welche bei unserem Haushund an der Hand der von mir im „Humboldt" mitgetheilten Grundregel überall mehr oder weniger deutlich zu erkennen ist. Die Hunde werden so an scheinbar ganz verschiedenen, in Wirklichkeit aber doch an ganz bestimmten Stellen des Körpers dunkel- und dazwischen hell- oder weissgefleckt, ohne dass irgend Jemand, ohne dass irgend eine Auslese etwas dazu beigetragen hätte — denn der Schönheitssinn der Hunde zu Gunsten der geschlechtlichen Auslese, der, wie allbekannt dabei kaum eine Rolle spielt, kann bei dieser Umbildung, während sie eben mit Hilfe altererbter Eigenschaften neu entsteht, nicht in Frage kommen, insbesondere in Anbetracht der immerhin verhältnissmässigen, oft geradezu hässlichen Unregelmässigkeit der neuen Eigenschaften. Dass die Ohren

dieser Konstantinopeler Strassenhunde zuweilen anfangen, von der Spitze ab Spuren des Hängendwerdens zu zeigen, eine Umwandlung, welche bei manchen unserer Hunderassen, z. B. bei Hühnerhunden, so vollendet geworden ist, dass sie für uns merkbar am Gehör eingebüsst haben, ist offenbar auf Mangel an Nothwendigkeit der Uebung dieses Gehörs und auf Aufhören der Auslese in Beziehung auf dasselbe zurückzuführen — es ist scharfes Gehör nicht mehr so nöthig wie in der freien Natur. Warum aber die Hunde anfangen, den Schwanz erhoben, aufrecht zu tragen, während der Stammvater Schakal ihn, gleich dem Wolfe, gesenkt trägt, ist nicht so ohne Weiteres ersichtlich, dürfte aber doch kaum auf Anpassung beruhen![1]) Im Ganzen behalten die Hunde in Konstantinopel nicht nur die vollkommene Schakalgestalt, den spitzen Kopf, den schmalen Körper u. s. w., sondern auch die braungelbe Grundfarbe bei, wenn sie auch schwarz oder schwarz und weiss gefleckt werden. Zuweilen gewinnt aber auch das Schwarz oder das Weiss schon das Uebergewicht — ganz schwarze Hunde sind mir insbesondere auf der asiatischen Seite des Bosporus, in Skutari aufgefallen.

Auf einer Reise durch Rumelien und Bulgarien über den Balkan — von Konstantinopel nach Adrianopel, Philippopel, Sofia, und von da nach Lom-Palanka an die Donau — habe ich nun, ich möchte sagen Schritt für Schritt, eine Umbildung des braunen, etwa gefleckten Schakalhundes in einen gewöhnlichen Haushund zunächst spitzerähnlicher Rasse mit kurzem, gedrungenem Körper und aufgerolltem Schwanz beobachten können, welcher wohl in Folge der besseren Ernährung kräftig und gross und ausserdem auch mehr einfarbig, besonders weiss wird. Je mehr man in christliche Gegenden kommt, je mehr also der Hund Hausthier wird, um so mehr zeigt er diese Umbildung, von welcher aber ein grosser Theil unzweifelhaft eben auf besondere und günstigere Ernährungsver-

1) Siehe später.

hältnisse zurückzuführen ist, also auf unmittelbar erworbene und vererbte Eigenschaften.

Ich bemerke nebenbei, dass mir durch diese Beobachtungen und durch die Betrachtung alter Denkmäler, insbesondere derjenigen aus der Gräberstrasse in Athen, wo Verstorbene wiederholt mit ihrem Lieblingshunde abgebildet sind, die Gewissheit geworden ist, dass der Spitzer eine Hunderasse sei, welche unmittelbar aus der Schakalstammform hervorgegangen und welche als eine der ältesten dieser Rassen bezeichnet werden muss. Alle Hunde auf jenen griechischen Denkmälern sind Spitzer. Eine ähnliche Urhunderasse ist der Eskimohund, welcher vielleicht vom Wolf unmittelbar abstammt. Beide haben die aufrechtstehenden, spitzen Ohren der Stammeltern beibehalten.

Abgesehen von allem diesem nun gibt es wohl kaum ein Thier welches ein vollkommeneres Beispiel von Panmixie darböte, als die Hauskatze und die Strassenhunde im Orient, z. B. in Konstantinopel. Bei letzteren ist die „Panmixie“ welche schon bei uns lästig wird, überall zu beobachten. Die Thiere halten ihr Familienleben auf Weg und Steg vor Jedermann offen. Die Mutter wirft ihre Jungen in den belebtesten Strassen der Stadt und liegt mit ihnen, sie säugend und erwärmend, mitten im Wege, ohne dem Menschen auszuweichen, der, sofern er ein Muhammedaner ist, sie nicht stört, sondern gewohnt ist ihnen zu Liebe auszuweichen.

Und trotz dieser Panmixie sind bei diesen Hunden besondere, neue, gesetzmässig gebildete Eigenschaften der Zeichnung, offenbar auf Grund ihrer neuen Lebensverhältnisse aufgetreten, dieselben, welche auch unsere Haushunde zeigen.

Warum eine feste Gestaltung bei letzteren nicht zum Ausdruck gekommen ist, will ich nicht erörtern. Gründe liegen nahe genug. Jedenfalls findet ein ständiger Kampf zwischen alter und neuer Gestaltung noch fortwährend statt. Die äusseren Verhältnisse der Gebiete, in welchen der Hund Hausthier geworden ist, sind sehr

ungleichartig. Er ist in diesen verschiedenen Gebieten sehr verschieden weit umgebildet. Mischungen zwischen den einzelnen Stufen der Umbildung finden stets statt, und der Mensch greift durch Auslese in die letztere stetig ein. Auch bei dem orientalischen Hund findet jener Kampf zwischen Altem und Neuem noch statt, aber der Mensch wirkt nicht ein; bei ihm ist daher auch die Neubildung am reinsten in ihren Anfängen zu erkennen — durch ihn wurde ich zuerst auf die berührte Gesetzmässigkeit der Zeichnung geführt.

Die Hunde zeigen also meiner Ansicht nach, dass neue Eigenschaften auf Grund äusserer Verhältnisse und innerer Entwicklungsrichtung sich bilden, erworben und vererbt werden können trotz aller Panmixie.

Versuche über Temperatureinwirkung auf Schmetterlinge.

Welchen Einfluss die unmittelbare Einwirkung der Wärme auf die Umbildung von Thierformen hat, geht nun weiter aus Versuchen hervor, die Dorfmeister und Weismann an Schmetterlingen gemacht haben[1].

Erst seit den dreissiger Jahren dieses Jahrhunderts ist bekannt, dass die zwei vorher für verschiedene Arten gehaltenen Schmetterlinge Vanessa Levana und Vanessa Prorsa eine und dieselbe Art sind. Und zwar handelt es sich in diesen beiden Formen desselben Schmetterlings um zwei in verschiedenen Jahreszeiten sich entwickelnde Generationen. Die V. Levana ist die Winterform, die V. Prorsa die Sommerform. Bei Levana überwintert die Puppe, der Schmetterling kriecht im Frühjahr aus, er vermehrt sich

1) G. Dorfmeister: Ueber die Einwirkung verschiedener, während der Entwicklungsperioden angewendeter Wärmegrade auf die Färbung und Zeichnung der Schmetterlinge, Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark 1864 und A. Weismann, Studien zur Descendenztheorie I. Ueber den Saison-Dimorphismus der Schmetterlinge 1875.

alsbald wieder, die aus ihm hervorgehende Nachkommenschaft macht ihre ganze Entwicklung im Sommer durch, es entsteht aus ihrer Puppe die V. Prorsa, deren Nachkommen dann eben als Puppen überwintern und im Frühling die Levana hervorbringen. Die beiden Formen von Schmetterlingen sind verschieden gefärbt und gezeichnet und es stimmt vollkommen mit vielen anderen Beispielen für die Wirkung der Wärme auf die Farbstoffablagerung in der Körperbedeckung, dass die Sommerform (Wärmeform), Prorsa, sehr viel kräftiger gefärbt ist als die Winterform (Kälteform) Levana: erstere ist tiefschwarz, letztere braungelb in der Grundfarbe. Es liefern die Eigenschaften beider auch einen sehr sprechenden Beweis für meine Ansicht von der Bedeutung der Correlation für die Bildung von neuen Arten. Denn es ist der Uebergang von der einen Form in die andere ein plötzlicher, ein sprungweiser, insofern als nicht eine, sondern gleichzeitig zahlreiche neue Eigenschaften bei der Bildung derselben als massgebend auftreten.

Die ursprüngliche Form ist offenbar die Levana: sie schliesst sich in Farbe und Zeichnung unmittelbar den verwandten Vanessa-Arten — und zwar Vanessa polychloros, und c album — an. Die Sommerform, die Prorsa, zeigt von dieser Zeichnung nichts mehr — sie trägt quer über die beiden schwarzen Flügel eine helle Fleckenbinde und auf den Vorderflügeln ausserhalb dieser Binde einige weisse Punkte — die ganze Zeichnung scheint sich unmittelbar an die Gattung Limenitis anzuschliessen.

Träten im Gebiete der Verbreitung der Vanessa Prorsa derartige klimatische Aenderungen ein, dass eine Kälteform nicht mehr zur Entwicklung käme, so bliebe die Prorsa allein übrig, als neue Art, welche der Zeichnung nach also eher an die Limenitis- als

1) Ueber den Einfluss der Isolirung auf die Artbildung. Leipzig 1872.

an die genannten Vanessa-Arten sich anschliessen, jedenfalls eine von diesen durchaus gesonderte Stellung einnehmen würde.

Weismann hat nun selbst nachzuweisen versucht, dass es für die Schmetterlinge während des Fluges keine schützenden Färbungen gebe, deshalb, „weil die Farbe des Hintergrundes, auf welchem sie sich darstellen, fortwährend wechselt, und weil die flatternde Bewegung auch bei der besten Anpassung an diesen Hintergrund sie dennoch sofort dem Auge ihrer Feinde verrathen würde". Er erklärte auf Grund eigener Beobachtungen, dass die Schmetterlinge vorzugsweise im Sitzen mit zusammengeschlagenen Flügeln, und zwar besonders bei Nacht Angriffen von Feinden ausgesetzt seien — in letzterem Falle wohl von Spinnenthieren. Deshalb haben auch die Schmetterlinge so häufig an der Unterseite der Flügel Farben und Zeichnungen, welche dem Untergrund, auf dem sie sich niederlassen, ähnlich, angepasst sind.

In der That wer hat beim Versuch, Schmetterlinge zu fangen, nicht schon die Erfahrung gemacht, dass der Falter plötzlich seinen Augen entschwunden war: er hatte sich irgendwo hingesetzt und war selbst bei dem schärfsten Nachsuchen nicht mehr aufzufinden. Schon der gemeine Distelfalter (Vanessa cardui) zeigt etwas Derartiges, wenn auch nicht so vollkommen wie viele andere Falter: sobald er sich, wie er spielend zu thun liebt, mit zusammengefalteten Flügeln zeitweise auf den Erdboden niedersetzt, fällt er nur noch auf, wenn man sah, wie er sich niedersetzte und wenn er, wie er allerdings gewöhnlich thut, mit den Flügeln klappt.

Ja es lässt sich gewiss die Ansicht vertreten, dass die Schmetterlinge durch ihre grossen Flügel sogar vor dem Schnabelgriff der sie im Fluge verfolgenden Vögel geschützt seien, indem diese eher ein Stück aus dem Flügel herausbeissen, als den Körper fassen werden.

Wenn ich nicht irre, hat ein anderer Naturforscher schon irgendwo diese Ansicht ausgesprochen. Ich habe vor einigen Jahren einen eigenthümlichen Beweis für ihre Berechtigung kennen gelernt.

An einem heissen Sommertag ging ich auf der Hochebene der schwäbischen Alb. Weit und breit war kein Wasser zu sehen gewesen. An einer Stelle des Feldwegs aber lief über diesen der Ausfluss eines kleinen Quells, über die Strasse eine seichte, klare Lache bildend. Hier sassen Hunderte von Schmetterlingen, lauter Weisslinge und Bläulinge, dicht gedrängt neben einander, eifrig trinkend. Bei meiner Annäherung flogen zahlreiche Vögel (Steinschmätzer) von der Stelle auf, und als ich näher trat, fand ich eine Menge von verletzten Schmetterlingen am Boden liegen und herumflattern: den meisten waren Stücke aus den Flügeln herausgebissen, letztere waren oft ganz zerfetzt worden, ehe der Vogel dazu gelangte, den Körper des Schmetterlings zu erwischen — trotzdem diese ruhig am Boden sassen! Und nur weil sie am Boden gesassen waren, hatte er ihn erwischen können!

Somit kann die Farbe und Zeichnung der Oberseite der Schmetterlingsflügel nicht als Anpassung, als Schutz gegenüber von Feinden angesehen werden. Es bliebe nun allerdings eine andere Anpassung übrig, nämlich die durch geschlechtliche Auslese: die Farben und die Zeichnung werden als geschlechtlicher Reiz wirken können. Ich bin der Ansicht, dass dies im Allgemeinen der Fall sein wird. Einzelheiten der Färbung und Zeichnung aber beruhen, wie schon die sprungweise Entwicklung zeigen muss, wie überhaupt zahlreiche Thatsachen ausserdem mich lehren, auf physiologischen Ursachen.

Solche Ursachen nahm nun damals Weismann auch für die Entstehung des Saison-Dimorphismus [1]), d. i. die Bildung von Winter- und Sommerform der Thiere, an. Er versuchte demnach durch Erhöhung der Temperatur im Winter aus der Brut der Prorsa unmittelbar wieder Prorsa zu erziehen und umgekehrt durch Erniedrigung der Temperatur im Sommer aus der Levanabrut unmittelbar

1) Ich möchte statt des in jeder Beziehung ungeheuerlichen, zuerst von Wallace eingeführten Wortes Saison-Dimorphismus das Wort Hora-Dimorphismus vorschlagen oder das nicht viel längere deutsche Jahreszeit-Abartung.

wiederum Levana. Aehnliche Versuche waren schon früher von dem steirischen Entomologen Georg Dorfmeister angestellt worden. Es scheint aber, dass solche Versuche in weiteren Kreisen gemacht sind, denn ein Bekannter erzählte mir, dass er als Knabe mit Kameraden in seiner Heimath in Darmstadt dieselben mit Erfolg geübt habe und zwar gerade an Vanessa Levana und Prorsa. Weismann brachte die Puppen der Vanessa Prorsa, welche er aus Raupen der im April ausgeschlüpften Schmetterlinge erzogen hatte, in einen Eisschrank, mit einer Temperatur von 8—10° R. Diese Temperatur war aber nicht niedrig genug, um wieder Levana zu erzeugen: der Versuch gelang indessen insoweit, „als statt der unter gewöhnlichen Verhältnissen zu erwartenden Prorsaform die meisten Schmetterlinge als sogenannte Porima ausschlüpften, d. h. als eine zuweilen auch im Freien beobachtete Zwischenform zwischen Prorsa und Levana, welche mehr oder weniger noch die Zeichnung von Prorsa besitzt, aber bereits mit vielem Gelb der Levana vermischt".

Wie schon bemerkt, ist die Levana offenbar die ursprüngliche Form, nicht die Prorsa. Die Abbildungen Weismann's für diesen einzelnen Fall scheinen wiederum eine Bestätigung für meine Ansichten darin zu geben, dass die Männchen in der Regel in der Entwicklung um eine Stufe vorauseilen und dass somit ihre Eigenschaften diejenigen der nächst höher sich entwickelnden Abart oder Art anzeigen: das Männchen der bei Weismann in Fig. 1 abgebildeten Levana gleicht am nächsten der in Fig. 4 abgebildeten weiblichen Porima, diese aber geht durch ihr Männchen (Fig. 3) in das Weibchen der Prorsa (Fig. 6) über. Weil es aber viel mehr Zwischenformen gibt, als deren von Weismann abgebildet sind, so bedarf diese Erklärung noch weiterer Bestätigung.

Darauf wurden von Weismann Prorsa-Puppen in eine Temperatur von 0—1° R. (in den Eiskeller) gebracht: von zwanzig

Schmetterlingen hatten sich jetzt fünfzehn in Porima umgewandelt, und unter diesen befanden sich drei, welche fast zum Verwechseln Levana-ähnlich waren. Fünf waren von der Kälte unbeeinflusst geblieben und waren als Sommerform (Prorsa) ausgeschlüpft.

Dorfmeister hatte nie so niedrige Temperaturen angewendet und hatte nur Porima erzielt.

Der umgekehrte Versuch Weismann's, durch Erhöhung der Temperatur aus Prorsa wieder Prorsa zu erziehen, glückte unter vierzig Puppen, welche im Treibhaus bei 12—25° R. gehalten wurden, nur mit vieren, von denen drei Prorsa und eine Porima waren; alle anderen Puppen ergaben Levana im nächsten Frühjahr.

Die meisten Arten unserer Weisslinge (Pieriden) unterscheiden sich sehr auffallend in eine Winter- und eine Sommerform. Bei der Winterform von Pieris Napi sind die Flügelwurzeln auf der Oberseite stark bestäubt. Hier gelang es Weismann dadurch, dass er die Puppen der Nachkommen der Winterform während dreier Monate in den Eiskeller brachte und im Treibhause ausschlüpfen liess, lauter Winterformen zu erziehen. — Es gibt nun aber eine Abart von P. Napi, welche auf den Hochalpen, auf dem Jura und in den Polarländern lebt und welche als sehr dunkle Form der Winterabart von Napi bezeichnet werden kann: P. Bryoniae. Das Männchen von Bryoniae gleicht fast vollkommen der gewöhnlichen Winterform von Napi, das Weibchen unterscheidet sich von ihr durch graubraune Bestäubung der ganzen Oberseite. In den Polarländern ist Bryoniae die einzige Form von Napi, in den Alpen mischt sie sich theilweise (abgesehen von abgeschlossenen Gebieten) mit der gewöhnlichen Napi. Ich stimme mit Weismann darin überein, dass Bryoniae die Stammform von Napi sein muss, und gründet sich meine Ansicht darauf, dass sich, wie schon die Weismann'schen Abbildungen zeigen, vom Weibchen derselben als Ausgangspunkt durch ihr Männchen zum Weibchen der gewöhnlichen Winterform von Napi, durch das Männchen der letzteren zum Weibchen

und von da zum Männchen der Sommerform eine Reihe bilden lässt. Die Männchen zeigen auch hier stets schon die neuen Eigenschaften, welche die nächst höher stehende Abart auszeichnet, im Beginn. Es muss also nach dieser Auffassung die gewöhnliche Napi als durch Einwirkung wärmeren Klima's aus Bryoniae entstandene Abart bezw. als beginnende, bei uns ausschliessliche neue Art bezeichnet werden.

Weismann brachte die Puppen von Bryoniae in ein Treibhaus mit 12 bis 24° R. Wärme. Es schlüpften aber nur Bryoniae aus — es gelang nicht Bryoniae in Napi zu verwandeln wie umgekehrt die Sommerform von Napi durch Anwendung von Kälte in die Winterform.

Es konnte also bei Levana wie bei Napi die Nachkommenschaft der Kälteform durch Kälte wieder in die Kälteform verwandelt werden, jedoch nur ausnahmsweise die der Wärmeform wieder in die Wärmeform. Mit anderen Worten: die Anwendung der Kälte wirkte, die Anwendung der Wärme meist nicht.

Es entstehen nun aber im Sommer zwei Generationen der Prorsa. Die erste fliegt im Juli, die zweite im August. Die letztere liefert die überwinternden, die Levana bildenden Puppen, welche Weismann nur ausnahmsweise durch Wärme wieder in Prorsa verwandeln konnte. Weismann schliesst daraus, es handle sich um verschiedene Reaktion auf gleichen Reiz und diese Verschiedenheit könne nur in der physischen Natur der betreffenden Generation liegen, nicht aber ausserhalb derselben. Es seien demnach Kälte und Wärme nicht die unmittelbare Ursache für die Entstehung der Levana- und der Prorsaform, sondern nur die mittelbare. Die Rückführung der Nachkommenschaft der Kälteform wiederum in die Kälteform durch Kälte beruhe auf Rückschlag in die Stammform.

Die Entstehung der Prorsa wird als eine allmähliche erklärt, durch allmählich erfolgte Erhöhung der Wärme des Klimas, bezw. des Sommers. Da die Levana die Stammform der Prorsa ist, so

kann sie nicht in die Prorsa zurückschlagen, daher wird diese künstlich nicht erzeugt. Weiter geht Weismann davon aus, dass die verschiedenen Prorsagenerationen deshalb verschiedene physikalische Zusammensetzung haben müssen, weil die letzte sich durch Wärme nicht auch in Prorsa umwandeln lässt.

Demgegenüber ist zu bemerken, dass gerade die zweite Generation von Prorsa in einem Falle in Folge von Anwendung der Wärme wiederum einige Prorsa geliefert hat (Weismann's Versuch 10 A.). Dadurch ist die Bedeutung des Rückschlages durchbrochen und diejenige der unmittelbaren Wirkung der Wärme nachgewiesen.

Dorfmeister aber hat, wie in Folgendem behandelt werden soll, gerade durch Einwirkung der Wärme aus der Prorsa wieder die Prorsa hervorgebracht.

Wenn die Wärme weniger Einfluss hätte als die Kälte, so liesse sich das vielleicht erklären. Weismann geht von der Voraussetzung aus, dass die künstlich angewendete Wärme ganz derselbe Reiz sei wie die natürliche. Ich bin der Ansicht, dass dies doch nicht von vornherein zu erwarten ist. Jedenfalls fehlt bei den künstlichen Versuchen die sommerliche Lichteinwirkung. Ferner ist die Dauer des Entwicklungsstadiums bei ihnen stets eine längere gewesen als bei den in der freien Natur entstehenden Wärmeformen. Auch die natürlichen Steigerungen und Abnahmen der Wärme und überhaupt die gewöhnlich wirkenden Wärmegrade, sowie die Wirkung der strahlenden Wärme können nicht nachgemacht werden. Es ist also der künstliche Wärmereiz nicht derselbe wie der in der freien Natur stattfindende. Bei der Kälte sind die Verhältnisse viel einfacher.

Thatsächlich zeigen nun aber die Dorfmeister'schen Versuche, dass künstliche Wärme dieselbe Wirkung hat, wie die natürliche.

Alles in Allem ist schon aus den bis jetzt mitgetheilten Thatsachen meiner Ansicht nach der einfache Schluss zu ziehen, dass

es offenbar die Wirkung der Wärme gewesen ist, welche in der freien Natur ursprünglich eine Schmetterlingsform aus der anderen gebildet hat und zwar ohne dass Anpassung dabei im Spiele war.

Es sind nun noch andere Schmetterlinge bekannt, welche Sommer- und Winterform haben, die man früher für besondere Arten gehalten hat, so zwei in Zeichnung und auch in Grösse sehr verschiedene Bläulinge: Lycaena Polysperchon und Lycaena Amyntas, wie P. C. Zeller durch Züchtungsversuche zeigte [1]), ferner, wie Dr. Staudinger nachwies [2]), die den Mittelmeerländern angehörenden Weisslingsformen Anthocharis Belia und A. Ausonia. Weismann spricht von fünf solchen Arten. Mehr Arten aber gibt es, deren Winter- und Sommerformen früher nicht als Arten, aber doch als Abarten bezeichnet wurden. Weismann spricht von zwölf. Dahin gehören verschiedene unserer gemeinsten Schmetterlinge aus der Familie der Weisslinge, dann z. B. der gemeinste unserer Bläulinge, Lycaena Alexis, bei welchem die Unterschiede zwischen Winter- und Sommerform sehr gering sind. Ich füge hinzu, dass auch der Segelfalter (Papilio Podalirius) eine südliche (dunklere) Abart Pap. Feisthamelii Dup. (Süd-Europa, Nord-Afrika, West-Asien) bildet und dass diese in Algier eine zweite, besonders geartete Generation, den Pap. Letteri Const. erzeugt.

Der amerikanische Schmetterling Papilio Ajax tritt überall, wo er vorkommt in drei Abarten auf, als var. Telamonides, Walshii, und Marcellus. Der amerikanische Entomologe Edwards hat durch Züchtungsversuche nachgewiesen, dass alle drei in denselben Entwicklungsring gehören und zwar so, dass Telamonides und Walshii nur im Frühjahr auftreten und stets aus überwinternden Puppen entstehen, Marcellus aber nur im Sommer und zwar in drei Generationen hintereinander vorkommt. Marcellus ist also die im Sommer,

1) Stett. entomolog. Zeitschr. 1849.

2) Ebenda 1862: Die Arten der Lepidopterengattung Ino, nebst einigen Bemerkungen über Lokalvarietäten.

d. i. die durch Wärme entstandene Form. Als die Stammformen müssen nach Weismann Telamonides und Walshii angesehen werden. Unter ihnen wird Telamonides als „unvollständige Rückschlagsform“ betrachtet, ähnlich der Porima, Walshii aber als die Urform des Schmetterlings. Edwards waren von 50 Puppen der zweiten Sommergeneration des Marcellus nach 14 Tagen 45 Marcellus-Schmetterlinge ausgeschlüpft, fünf Puppen aber erst im April des nächsten Jahres und zwar als Telamonides; es schlüpfte überhaupt von allen drei Sommergenerationen je nur ein Theil der Puppen schon nach kurzer Zeit (nach 14 Tagen) aus, ein anderer, weit kleinerer erst im nächsten Frühjahre und zwar in der Winterform. Weismann schliesst daraus: „hier ist es unzweifelhaft, dass nicht verschiedenartige äussere Einflüsse, sondern lediglich innere Ursachen die altererbte Entwicklungsrichtung festhalten lassen, denn alle Raupen und Puppen der vielen verschiedenen Züchtungen waren gleichzeitig denselben äusseren Einflüssen ausgesetzt.“

Es dürfte dieser Satz meiner Ansicht nach vielleicht dahin zu ändern sein: Die äusseren Verhältnisse bewirken zwar die Erzeugung der alten Form in der Regel wieder, auf einzelne Individuen aber wirkt die Sommerwärme nicht mehr genügend, sie entwickeln sich nicht mehr vor dem Winter, und die Winterkälte, bezw. der Mangel an Wärme und Licht bedingt nun die Entstehung der Kälteform. Es handelt sich also allerdings um eine verschiedene Empfindlichkeit der einzelnen Thiere gegenüber den äusseren Einwirkungen, eine Verschiedenheit, welche ebenso für die Umwandlung des Axolotl massgebend ist, indem auch hier einzelne Thiere vor anderen die Neigung haben in Amblystoma überzugehen.

Höchst bemerkenswerth für meine Auffassungen ist aber, wie schon bemerkt, die Thatsache, dass wie beim Axolotl so auch bei diesen Schmetterlingen nicht etwa die verschiedensten Uebergänge der Umbildung nebeneinander herrschend sind, sondern dass überall bestimmt abgegrenzte Stufen gebildet werden, wenn Uebergänge auch vorkommen. Nur da wo die Stammform und die neue

Form nebeneinander leben und sich kreuzen, wie Bryoniae und Napi in den Alpen und im Jura, zeigen die Abarten Uebergänge. Bryoniae in Lappland ist dagegen beständig. Auch die Zwischenform Porima ist sowohl bei Züchtungen wie im Freien eine grosse Seltenheit.

Indem also Weismann die Wiedererzeugung der Kälteformen als Rückschlag auffasst, die Bedeutung der direkten Wirkung der Kälte nicht anerkennt, vielmehr innere Ursachen voranstellt, sucht er nach anderen Ursachen, welche jenen Rückschlag ebenfalls veranlassen könnten. Und er glaubt als solche Ursachen Wärme und mechanische Bewegung bezeichnen zu können.

Im Sommer 1869 herrschte in der Zeit der Entwicklung der zweiten Sommerbrut von Levana - Prorsa grosse Hitze. Es gingen aus einer in der Entwicklung befindlichen solchen Brut unverhältnissmässig viele Porima hervor (aus 60 bis 70 etwa 8 bis 10).

Da Porima die Halbkälteform ist, so ist mir die Thatsache an sich schwer verständlich und ich möchte vermuthen, dass andere Ursachen als gerade die Wärme die Porimabildung veranlasst haben — denn diese als die Ursache anzunehmen würde doch allen bisher berichteten Thatsachen vollständig widersprechen.

In einem anderen Falle waren alle Pieris Napi, trotzdem sie im geheizten Zimmer erzogen worden, im darauffolgenden Frühjahr als Winterform ausgeschlüpft. Die Puppen hatten aber im Sommer eine siebenstündige Eisenbahnfahrt mitgemacht: das Schütteln auf der Eisenbahn wird also als die Ursache des Rückschlags in diesem Falle aufgefasst.

So wenig wie ich annehmen möchte, dass so ganz entgegengesetzte Ursachen wie Wärme und Kälte dieselbe Wirkung auf die Umbildung der Formen üben, so wenig möchte ich annehmen, dass so verschiedene Ursachen wie Wärme und mechanische Erschütterungen es thun. Nachdem offenbar die Wärme in der freien Natur die Umbildung in andere Formen in den bisher behandelten Fällen hervorgerufen hat, will es mir bis auf Weiteres scheinen, dass nur die Kälte im Stande sei einen Rückschlag in die Stamm-

form herbeizuführen. Jene Wirkung der Wärme in der freien Natur, welche in der Bildung neuer Formen besteht, die so verschieden sind, dass man sie theilweise lange Zeit hindurch für Arten angesehen hat, ist aber offenbar eine unmittelbare Wirkung gewesen. Und es brauchte, wie ich schon andeutete, nur einfacher Veränderung äusserer Verhältnisse oder z. B. correlativ entstandener Umänderung der Geschlechtsprodukte, um durchaus getrennte Arten aus solchen Abarten zu machen oder die eine derselben auszulöschen.

Es stimmt mit dieser Annahme und mit meiner ganzen Auffassung von der Entstehung der Arten vollkommen überein, dass z. B. die Abart Bryoniae im hohen Norden eine beständige, scharf abgegrenzte Art bildet. Es gibt noch andere, sehr interessante solche Fälle. Die Weisslinge Anthocharis Belia und Ausonia hat erst Staudinger als Winter- und Sommerform derselben Art erkannt. Sie leben in den Mittelmeerländern bis in's mittlere Frankreich hinein. Die Winterform kommt nun in den Walliser Bergen, in der Nähe des Simplonpasses als einzige Generation vor. Eine zweite Generation wird in dem kurzen Sommer nicht entwickelt. Es überwintern vielmehr alle Puppen. Es ist also hier wie bei Bryoniae meine Anforderung an die Wirkung der äusseren Verhältnisse vollkommen erfüllt — sei es, dass Ausonia und Bryoniae, wie Weismann annimmt, an den betreffenden Oertlichkeiten als Ueberbleibsel aus der Eiszeit bestehen oder nicht.

Der bei uns so gemeine Bläuling Polyommatus Phlaeas L, welcher von Lappland bis Sicilien vorkommt, hat in Lappland nur eine Generation im Jahr, in Deutschland zwei. Aber erst in Südeuropa sind diese beiden Generationen verschieden — in Deutschland sind sie sich noch gleich!

Ein anderer Bläuling, Lycaena Agestis, hat eine doppelte Jahreszeitenabartung: „der Schmetterling kommt in dreierlei Gestalt vor. A und B wechseln in Deutschland miteinander ab als Winter- und Sommerform, B und C dagegen folgen in Italien als Winter- und

Sommerform aufeinander. Die Form B kommt also beiden Klimaten zu, aber in Deutschland tritt sie als Sommer-, in Italien als Winterform auf. Die deutsche Winterform A aber fehlt Italien vollständig, die italienische Sommerform dagegen (var. Allous) kommt in Deutschland nicht vor." Damit ist also deutlich eine kleine Kette von offenbar durch klimatische Verhältnisse veranlassten Umbildungen gegeben, bei welcher Anpassung eine Rolle nicht spielt und für welche überhaupt wohl nur die Anschauungen über die Ursachen der Umbildung der Formen, welche ich vertrete eine ausreichende Erklärung abgeben. Meine Arbeiten über die Verwandtschaft der Schmetterlinge werden solche offenbar durch klimatische Einflüsse hervorgebrachte augenscheinlich zusammenhängende, aber von einander getrennte Arten zur Genüge vor Augen führen. Ich habe aber hier die von Weismann aufgestellten Beispiele absichtlich behandelt, einmal um seine Angaben, als die eines Unparteiischen für meine Beweisführung zu benützen und dann, um zugleich meine übereinstimmenden wie meine abweichenden Ansichten über die Erklärung der Umbildungen einzuflechten. Zu diesen Beispielen vom Einfluss des Klima's auf die Bildung der Schmetterlinge gehört noch das von Pararge Egeria, welche in Südeuropa in der Abart Meione erscheint. Meione ist aber von Egeria nicht getrennt, sondern durch eine Mittelform der ligurischen Küste mit ihr verbunden, die keine Sommer- und Wintergeneration erzeugt.

In einem besonderen Abschnitt: „Qualität der Abänderungsursachen" führt nun Weismann den Fall mit Polyommatus Phlaeas dafür an, dass das Klima und nicht etwa die Entwicklungsdauer für die Bildung der klimatischen Abarten massgebend sei. Aber die Qualität der Abänderung, folgert er weiter, hängt wesentlich nicht von der einwirkenden Wärme, sondern vom Organismus selber ab. Nicht die Quantität des erzeugten schwarzen Pigments unterscheidet Winter- und Sommerform, sondern der Modus seiner Vertheilung auf den Flügeln. Es entstehen unter der Einwirkung der Wärme ganz andere Zeichnungen: es entwickeln sich,

ausgehend von der vorhandenen Zeichnung neue, oder „wie ich mich allgemeiner ausdrücken möchte: die Entwicklungsrichtung der Art wird eine andere. Die complicirten chemisch-physikalischen Vorgänge im Stoffwechsel des Puppenschlafs verschieben sich allmählich derart, dass daraus als Endresultante eine neue Zeichnung und Färbung des Schmetterlings hervorgeht. — Dass wirklich bei diesen Vorgängen die Konstitution der Art die Hauptrolle spielt, nicht aber das äussere Agens, die Wärme, dass diese vielmehr nur die Rolle des Funkens übernimmt, der, wie Darwin sich einmal treffend ausdrückt, die brennbare Substanz entzündet, während die Art und Weise des eingeleiteten Verbrennungsprozesses von der Qualität des explodirenden Stoffes abhängt, dafür sprechen noch weitere Thatsachen. Wäre es nicht so, so müsste erhöhte Wärme bei allen Schmetterlingen eine bestimmte Farbe stets in derselben Weise verändern, stets also in dieselbe andere Farbe umwandeln. Dem ist aber nicht so, denn während Polyommatus Phlaeas im Süden schwarz wird, wird die ebenfalls rothe Vanessa Urticae im hohen Norden schwärzer, und viele andere, den Entomologen wohlbekannte Beispiele liessen sich dafür anführen. — Dagegen finden wir umgekehrt, dass Arten von ähnlicher physischer Konstitution, d. h. also nahe verwandte Arten unter dem gleichen klimatischen Einfluss in analoger Weise abändern . ." Dafür werden unsere Weisslinge als Beispiel angeführt. „Nichts kann aber schlagender beweisen, wie hier alles von der physischen Konstitution abhängt, als die Thatsache, dass bei einzelnen Arten die männlichen Individuen in anderer Weise abändern, als die weiblichen". Die Weibchen von Bryoniae haben durch das Klima eine stärkere Veränderung erfahren als die Männchen[1])

---

1) Hiegegen möchte ich hervorheben, dass die Wärmeform, also P. Napi, die jüngere ist, Bryoniae die Stammform. Nach meiner Auffassung von der männlichen Präponderanz muss nun die weibliche Bryoniae die von Napi am weitesten entfernte Form sein und die männliche Napi die am weitesten vorgeschrittene. So stehen sich in der That das Weibchen von Bryoniae und das Männchen von Napi am meisten fern — letzteres ist es, welches am meisten Veränderung durch das Klima erfahren hat, nicht ersteres.



(umgekehrt ist dies bei Phlaeas): „die äussere Einwirkung war genau dieselbe, aber die Reaktion des Organismus war eine verschiedene . . . . . Ich hebe dies besonders deshalb hervor, weil nach meiner Ansicht Darwin seiner speciellen Züchtung einen zu grossen Einfluss zuschreibt, wenn er die Ausbildung sekundärer Geschlechtsunterschiede auf sie allein zurückgeführt. Der Fall mit Bryoniae lehrt uns, dass sie auch aus rein inneren Ursachen auftreten können, und ehe nicht das Experiment über die Tragweite der sexuellen Zuchtwahl irgend einen Anhalt geliefert haben wird, bleibt die Ansicht berechtigt, dass der sexuelle Dimorphismus der Schmetterlinge zum grossen Theil in Verschiedenheiten der physischen Konstitution der Geschlechter seine Ursache habe. Ganz anders liegt die Sache bei solchen Sexualcharakteren, welche wie die Stimme der männlichen Heuschrecken unzweifelhafte Bedeutung für das Geschlechtsleben besitzen. Diese können gewiss mit grosser Wahrscheinlichkeit von sexueller Züchtung abgeleitet werden“.

Wenn ich bedauerte mit meinen Ansichten so sehr in Gegensatz zu denjenigen Weismann's treten zu müssen, so muss mich die Thatsache beruhigen, dass dies wesentlich nur für die neuen Ansichten des letzteren gilt, nicht für die alten, dass diese vielmehr in sehr wichtigen Punkten mit den meinigen zusammenfallen. Aus dem soeben Mitgetheilten geht dies deutlich genug hervor und konnte ich selbst keine besseren Beispiele für meine Anschauungen im Einzelnen bringen, als sie hier gebracht sind; auch konnte ich nicht bestimmter gegen die allzugrosse Werthschätzung der sexuellen Züchtung auftreten, als dies Weismann Darwin gegenüber früher selbst gethan hat. Und Darwin hat ihr doch nur eine sehr geringe Bedeutung beigelegt im Verhältniss zu der allherschenden, welche Weismann ihr heute zumisst, trotzdem dass die von Weismann damals verlangten Experimente auch heute noch nicht gemacht sind.

Die grosse Uebereinstimmung zwischen Sätzen der früheren

Ansichten Weismann's und meiner Anschauung tritt mir erst jetzt im Augenblick, da ich die Weismann'sche Abhandlung zum Behuf der Behandlung der Frage nach der Einwirkung des Klima's auf die Umbildung der Formen wieder durchlese, so deutlich vor Augen. Im VI. Abschnitt dieser Abhandlung unter der Ueberschrift „Allgemeine Schlüsse" stellt Weismann sogar den Satz voran, dass Unterschiede im Werthe von Artunterschieden lediglich durch direkte Wirkung äusserer Lebensbedingungen entstehen können. Er glaubt, dass Artbildung auf diesem Wege wenigstens bei den Schmetterlingen in ausgiebigem Masse der Fall gewesen sei und der Fall sei — und zwar hier wohl mehr als anderswo, eben aus dem Grunde, weil die so auffallenden Farben und Zeichnungen der Flügel und des Körpers in den meisten Fällen ohne biologische Bedeutung, also ohne Nutzen für die Erhaltung des Individuum und somit der Art seien, weil dieselben deshalb auch nicht Gegenstand der Naturzüchtung sein können. Aus diesem Grunde habe Darwin die Zeichnungen der Schmetterlinge nicht von gewöhnlicher, sondern von geschlechtlicher Naturzüchtung herzuleiten versucht. Es könne aber die sexuelle Züchtung für die Entstehung der Farben bei den Schmetterlingen entbehrt werden.

Es wird nun auch die Frage erörtert, ob die Schmetterlingsarten, soweit sie durch Klimawechsel entstehen, nur zwischen zwei Formen, einer Kälte- und einer Wärmeform hin und her schwanken müssten oder ob vielmehr bei jedem neuen Klimawechsel, sofern er überhaupt stark genug ist um Abänderung hervorzurufen, auch wieder eine neue Form entsteht. Im Vorstehenden habe ich die heutige Ansicht Weismann's bekämpft, welche in dieser wichtigen Frage dahin ging, dass der Wechsel der äusseren Einwirkungen eine Umbildung der Arten verhindern müsse, ohne daran zu denken, dass Weismann sich früher selbst in meinem Sinne ausgesprochen hat, wenigstens in Beziehung auf den Wechsel des Klima's. Er sagt: „ich glaube, dass durch Klimawechsel niemals wieder die alten Formen entstehen, sondern immer wieder

neue, dass somit allein eine periodisch sich wiederholende Veränderung des Klima's genügt, um im Laufe langer Zeiträume immer neue Arten auseinander hervorgehen zu lassen .... es wird das Klima, wenn es viele Generationen hintereinander in gleicher Weise beeinflusst hat, allmählich eine solche Veränderung in der physischen Konstitution der Art hervorrufen, dass diese sich auch durch andere Färbung und Zeichnung kundgibt. Wenn nun aber diese neuerworbene, und wir wollen annehmen, durch lange Generationsreihen befestigte physische Konstitution der Art wiederum einem anhaltenden Klimawechsel unterworfen wird, so kann dieser Einfluss, auch wenn er genau derselbe ist wie zur Zeit der ersten Artgestalt, doch unmöglich die erste Gestalt wiederum hervorrufen. Die Natur des äusseren Einflusses ist zwar dann die gleiche, keineswegs aber die Konstitution der Art! So gut aber — wie oben gezeigt wurde — ein Weissling ganz andere Abänderungen hervorbringt als ein Bläuling oder eine Satyride unter dem abändernden Einfluss desselben Klima's, so gut — wenn vielleicht auch in geringerem Grade — muss die Abänderung, welche von der umgewandelten Art unseres Beispiels nach Eintritt des primären Klima's entsteht, von jener primären Form der Art verschieden sein. Mit anderen Worten: Wenn auf der Erde auch nur zwei verschiedene Klimate in geologischen Perioden mit einander abwechselten, so müsste doch von einer jeden diesem Wechsel unterworfenen Schmetterlingsart eine unendliche Reihe verschiedener Arten ausgehen. In Wirklichkeit wird die Verschiedenheit der Klimate eine weit grössere sein und ein Wechsel derselben für eine bestimmte Art nicht nur durch periodische etwa anzunehmende Schwankungen der Ekliptik, sondern auch durch geologische Umgestaltungen, sowie durch Wanderungen der Arten selbst stattgefunden haben, so dass also ein steter Wechsel von Arten rein nur aus dieser einen Ursache des Klimawechsels stattgefunden haben muss. Wenn man bedenkt, dass viele sonst untergegangene Arten sich lokal erhalten haben werden,

und weiter jene Lokalformen dazu zählt, welche durch Amixie[1]) entstanden sind, so kann die ungeheure Zahl von Schmetterlingsarten nicht mehr in Erstaunen versetzen, welche wir heute auf der Erde antreffen".

Wie bestimmt diese Sätze, welche so sehr meinen eigenen Ansichten das Wort verleihen, auch die Anerkennung der Vererbung erworbener Eigenschaften voraussetzen, brauche ich nicht besonders hervorzuheben.

Dorfmeister hat, wie er mittheilt, schon seit 1845 Versuche über den Einfluss der Temperatur auf Färbung und Zeichnung der Schmetterlinge gemacht. Er erklärt von vornherein, er habe durch langjährige Erfahrung in der Raupenzucht die Ueberzeugung gewonnen, dass bei der Hervorbringung von Varietäten der Schmetterlinge weit mehr die klimatischen Verhältnisse, bei denen die Temperatur ein Hauptfaktor ist, thätig sein müssen als etwa die Nahrung oder die Bastardirung. Seine Versuche haben Dorfmeister gezeigt, dass die Temperatur den grössten Einfluss auf Färbung und Zeichnung der Schmetterlinge ausübe, wenn sie während der Verpuppung oder kurz nach derselben einwirke. Bei vielen werde durch erhöhte Temperatur eine hellere, lebhaftere, durch erniedrigte eine dunklere oder weniger lebhafte Grundfarbe bewirkt, so z. B. bei Vanessa Jo, Urticae u. a. Bei Euprepia Caja wird die rothgelbe Grundfarbe der Hinterflügel durch erhöhte Temperatur in Mennigroth, durch erniedrigte in Okergelb verwandelt.

Dorfmeister hielt die Vanessa Prorsa wegen ihrer weniger bestimmten Zeichnung für die niedrigere Form. Die Zeichnung der Levana ist insbesondere auch viel mannigfaltiger und viel feiner ausgeführt. Da die einfache Prorsa thatsächlich die höhere Form ist, so bietet sie gerade ein Beispiel für den von mir gegen Nägeli ausgesprochenen Satz, dass Vereinfachung von Eigenschaften bei neuen Formen auftreten könne.

---

1) Aufhören der Kreuzung. Panmixie = unterschiedslose Kreuzung.

Das Hauptergebniss der Versuche Dorfmeisters ist gerade dies, dass er die einfacher gezeichnete und gefärbte Prorsa durch Wärme und zwar, wie aus seinen Aufzeichnungen hervorgeht, auch aus der im August fliegenden Sommergeneration der Prorsa erzielt hat, dass ihm somit just der Versuch wiederholt und ausgiebig glückte, welcher Weismann nur ausnahmsweise gelungen ist; dagegen gelang ihm die Erzeugung der Kälteform aus der Kälteform nicht.

Dorfmeister zieht keine besonderen Schlüsse aus seinen Ergebnissen. Er weist zuletzt auf die nöthige Ergänzung seiner Versuche hin und hebt besonders hervor, er könne nicht sagen, ob die erreichten Veränderungen unmittelbare Folge der Temperaturerhöhung seien oder nur mittelbare, bedingt durch die durch sie veranlasste Verkürzung der Entwicklungsdauer.

Aus den von ihm mitgetheilten Fällen scheint mir aber entschieden hervorzugehen, dass er um so dunklere, einfacher gezeichnete, der Levana um so ferner stehende Prorsaformen erzielt hat, je grössere Wärme er anwendete, und je kürzer durch dieselbe die Entwicklungsdauer war. Er hat in dem Fall, in welchem er die dunkelste und einfachste Prorsa bekam, eine noch höhere Wärme angewendet als Weismann, wenn auch nur auf kurze Zeit: die Raupen wurden sobald sie sich zum Zweck der Verpuppung aufgehängt hatten, „morgens am Sparherde einer Maximal-Temperatur von + 26° R. ausgesetzt und waren bis Mittags verpuppt"; entwickelt haben sie sich dann im Zimmer.

Da auch die Puppe, welche in der freien Natur die Prorsa liefert, eine Puppenruhe von nur wenigen Tagen hat, diejenige dagegen, welche die Levana liefert, eine solche von 6 Monaten, so hat Dorfmeister durch Erhöhung der Temperatur und damit verbundene Abkürzung der Entwicklung einfach die Wirkungen des Sommers nachmachen können.

Am wichtigsten mit erscheint mir aber eben die Thatsache, dass Dorfmeister durch verschiedene Wärme und verschiedene

Entwicklungsdauer eine ganze Reihe von Umbildungsstufen zwischen Levana und Prorsa erzielt hat, während in der freien Natur nur höchst selten solche Mittelstufen erscheinen. Er bemerkt selbst, dass ihm während mehr als vierzigjährigen Sammelns nur ein Stück solcher Mittelstufen im Freien vorkam, wo sonst Levana und Prorsa geradezu gemein sind. Dieses seltene Vorkommen der Zwischenformen (Porima genannt) ist selbstverständlich auch die Ursache davon, dass man Levana und Prorsa für verschiedene Arten gehalten hat. In der freien Natur gibt es im Gebiete des Vorkommens der Levana-Prorsa also offenbar in der Regel nur ein bestimmtes Mittel von Sommertemperatur, welches eben die gewöhnliche Prorsa erzeugt. Dorfmeister hat aber künstlich durch Anwendung von Temperaturen unter diesem Mittel sogar bei wenigen Versuchen eine ganze Reihe von solchen Uebergangsstufen hervorgebracht. Diese Stufen lassen sich in zwei Gruppen trennen: 1) diejenigen, welche als Uebergangsformen zwischen Levana und Prorsa bezeichnet werden müssen, 2) diejenigen, welche Prorsa in verschiedenen Abstufungen sind.

Während also die letzteren bei hoher Temperatur und kürzester Entwicklungsdauer entstanden, sind erstere nach Einwirkung mässiger Wärme gleich letzteren aus der zweiten Generation der Prorsa erzeugt worden: Dorfmeister hielt in Verpuppung begriffene Raupen oder Puppen bis 22 Tage in einer Temperatur von + 10 ° R und liess sie sich dann im Zimmer entwickeln. Ein Theil der dieser Wärme ausgesetzten Puppen der zweiten Prorsa-Generation schlüpfte noch in demselben Herbst aus, ein anderer, wie Levana, im nächsten Frühjahr. Jene standen zwischen Prorsa und Levana (Porima) in zwei Abstufungen; diese waren Levana, theilweise in Abstufungen nach Porima hin.

Die erzielten Prorsa entsprechen nur Formen, welche auch in der freien Natur vorkommen — ich finde sie sämmtlich ebenfalls in meiner Sammlung. Ob jenes auch für die verschiedenen Levana- bezw. Porimaformen gilt, kann ich nicht sagen. Die Möglichkeit,

dass künstliche Abarten erzeugt werden, welche in der freien Natur nicht vorkommen, ist indessen nicht ausgeschlossen.

Wenn ich die Versuche Dorfmeisters richtig deute, so ist es möglich, die höchste Anforderung, welche man an die Einwirkung äusserer Verhältnisse auf die Umbildung neuer Formen stellen kann, zu erfüllen: man wird mit dem Thermometer in der Hand bestimmte Abarten herstellen können, vielleicht sogar neue, in der freien Natur gar nicht vorkommende.

Nicht genug hervorheben kann ich aber, dass sämmtliche Wärme- bezw. Kälteabarten von Prorsa und Levana dadurch, dass sie je nicht durch eine, sondern durch mehrere neue Eigenschaften ausgezeichnet sind, zugleich die glänzendsten Beispiele für die correlative, „kaleidoskopische“ Entstehung neuer Formen darbieten.

Diese Thatsache veranlasst zugleich eine naheliegende Frage zu berühren, die nämlich, ob nicht solche auf Grund äusserer Einwirkungen erfolgende sprungweise Umbildungen nur scheinbar sprungweise, ob sie nicht vielmehr Stufen seien auf der Strasse einer einst ganz allmählich vor sich gegangenen Umbildung der Art so dass sie geradezu Rückschläge früher herrsch end gewesener Formen darstellen. Ich bin durchaus der Ansicht, dass diese Erklärung in manchen Fällen zutrifft, ebenso aber, dass sie in anderen nicht zutrifft, dass es sich vielmehr in solchen anderen Fällen um Neubildungen auf Grund der Einwirkung äusserer Verhältnisse handelt. Dies beweist eben die Umwandlung der Levana in die Prorsa und die der Bryoniae in die Napi. In beiden Fällen ist die Kälteform die ursprüngliche, die Wärmeform die neue. Die Wärme hat offenbar gerade bei Levana-Prorsa allmählich eine neue dunklere, einfacher gezeichnete Form gebildet, welche aber in ihren äussersten Endstadien bis jetzt nur selten auftritt. Künstliche Wärme kann diese Endform leicht erzeugen. Verlangsamte Entwicklung durch Kälte kann auch die Kälteform erzeugen — nichts weist auf

nothwendige Erklärung der Entstehung der einen oder der anderen Form durch Rückschlag hin.

Weitere Bemerkungen über die Ursachen der Abänderung der Gesammtfärbung der Thiere.

In Bezug auf eine andere Frage muss ich hier noch einige Bemerkungen machen, nämlich über die nach der Beeinflussung der Gesammtfärbung durch äussere Einwirkung, insbesondere durch Licht und Wärme.

Dorfmeister will offenbar sagen, dass die Wärme auch bei Schmetterlingen lebhaftere, glänzendere Farben erzeugt, während düstere mehr unter dem Einfluss der Kälte gedeihen. Es stimmt dies ja vollkommen mit meinen Voraussetzungen überein und widerspricht auch nicht den von Weismann hervorgehobenen Thatsachen, sowie man in Rechnung zieht, welche Rolle das Licht in gewissen Fällen spielt — so überall in der Höhenlage, z. B. bei Pieris Bryoniae, und wenn man weiter berücksichtigt, dass hellere Gesammtfärbung auch durch Vertheilung des dunkeln Pigments erzielt werden kann, ohne dass dieses vermindert zu sein braucht.

Es kommt aber auch der Fall vor, dass die Farben durch den Einfluss der Wärme und des Lichtes unzweifelhaft heller werden. So lieferte Erziehung der Raupe von Xanthia Cerago in höherer Temperatur bis zur Zeit der Verpuppung Dorfmeister die auch frei in der Natur vorkommende Abart flavescens Esp., welche heller gefärbt ist als die Hauptform. Derartige Ausnahmefälle, in welchen Wärme geradezu hellere Färbung hervorruft, können wohl nur durch eine besondere Beschaffenheit des Farbstoffes erklärt werden.

Häufiger bewirkt Lichteinwirkung Verblassung. Und zwar bewirkt das Licht Verblassung an denselben Farben derselben Thiere nach ihrem Tode, welche es im Verein mit der Wärme während

des Lebens an ihnen erzeugen half. Die Sorgfalt, mit welcher die Insektensammlungen vor der Einwirkung des Lichtes behütet werden müssen, beweist dies zur Genüge: während des Lebens der Thiere wurde die glänzende und dunkle Farbe durch den lebhaften Stoffwechsel unter der Wirkung der Wärme und des Lichtes hervorgerufen, nach dem Tode erleidet dieser Farbstoff im Lichte Veränderungen, welche ihn verbleichen lassen.

Es giebt aber auch Farben, die während des Lebens der Thiere durch Lichteinwirkung verbleichen. Bei Vögeln scheint dieses Verbleichen in der Verfärbung eine grosse Rolle zu spielen. Es ist klar, dass auch im Leben beiderlei Wirkungen sich widerstreiten können, und um hervorzuheben, mit welcher Vorsicht derartige Fragen behandelt werden müssen, wie wenig aus einzelnen Beispielen dafür zu schliessen ist, bin ich noch einmal darauf eingegangen.

Ganz derselbe Widerstreit besteht nach dem früher Mitgetheilten auch zwischen dem Einfluss der Feuchtigkeit und anderen Einwirkungen. Es sei gestattet, auch über diesen Gegenstand hier noch einige Bemerkungen anzufügen.

Würde die Feuchtigkeit allgemein dunkle Farbe hervorrufen, so müssten alle Wasserthiere dunkel sein. Dass dies nicht der Fall ist, ist bekannt. Der in Höhlen des Karstgebirges bei Adelsberg lebende Olms, Proteus anguineus, ist als Höhlenthier vollkommen farblos. Dass die Farblosigkeit hier durch Lichtmangel veranlasst ist, beweist die Thatsache, dass der Olm, wenn man ihn unter dem Einfluss des Lichtes hält, dunkel wird. Damit ist auch ohne Weiteres der Beweis für meine Auffassung von der unmittelbaren Wirkung des Lichts überhaupt und dafür geliefert, dass wir der Panmixie zur Erklärung der Farblosigkeit der Höhlenthiere nicht bedürfen.

Für die Ansicht, dass Dunkelfärbung des Arion empiricorum an den Seeküsten durch die Feuchtigkeit des Seeklima's — trotz der niedrigen Lage — veranlasst sein könnte, spricht

eine Bemerkung von Leydig[1]) über Helix nemoralis. Leydig sagt:

„Der Einfluss von Licht und Wärme äussert sich sehr bestimmt an der Färbung von Helix nemoralis in unserem Gebiete. Das prächtige Citrongelb, welches die Schale dieser Schnecke bei Mainz und an sonnigen Weinbergslagen des Mainthales darbietet, vermisst man am Niederrhein . . . . Hingegen ist interessant, wie in der Gegend von Bonn und weiter rheinabwärts das Roth dieser Schnecke sich in Cacaobraun vertieft und die oben erwähnte schöne Varietät, welche jedem Sammler auffallen muss, hervorruft. Hierbei lässt sich wohl nicht blos im Allgemeinen sagen, die Feuchtigkeit der niederrheinischen Ebene ist bedingend für diese Farbenabänderung, sondern ich möchte die Vorstellung hegen, dass vielleicht die heraufdringende Meeresfeuchtigkeit der Luft, welche ja hier bei Bonn auf das Pflanzenleben auch deutlich wirkt, mit im Spiele ist“ . . . . „Und gleichwie ich schon früher die schwarzen Abänderungen heimischer Reptilien, wie Vipera berus, var. prester, Lacerta vivipara, var. nigra, Anguis fragilis in schwarzer Färbung, aus der gleichen Ursache ableitete, so möchte ich auch die schwarzen Varietäten, wie sie unterdessen an Lacerta muralis durch Eimer . . . . . bekannt geworden sind und zwar immer nur an Thieren der kleinen Inseln des Mittelmeeres, ebenfalls mit der Einwirkung der feuchten Meeresluft in Verbindung bringen“ [2]). Es wird darauf erwähnt, dass in der Stettiner entomologischen Zeitung 1877 ein Insektensammler von den Schmetterlingen bei Bilbao sagt, es zeige sich dort eine entschiedene Neigung zur Verdüsterung und Schwärzung der Farben-

1) F. Leydig, über Verbreitung der Thiere im Rhöngebirge und Mainthal mit Hinblick auf Eifel und Rheinthal in Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalens, 1881. S. 156 ff.

2) Vergl. den später folgenden Abschnitt über die Bedeutung der Anpassung für die Entstehung der Abarten bei den Eidechsen. Feuchtigkeit habe ich selbst schon 1874 („Lacerta muralis coerulea“) für die Dunkelfärbung dieser Thiere mit in Rechnung gezogen.

töne, ähnlich wie im Norden und auf den Alpen, und derselbe spreche sich dahin aus, es scheine die Nähe des Meeres — also die feuchte Luft — diese Veränderung zu bewirken. Ein anderer Lepidopterologe berichte (ebendaselbst 1879), dass ein feuchter Lehmboden bei manchen Arten eine dunklere Färbung hervorzurufen scheine.

Es fällt mir selbst auf Grund meiner Schmetterlingsstudien sehr auf, dass zahlreiche Schmetterlinge der kleinen Inseln des indischen Archipels gegenüber ihren nächsten Verwandten des asiatischen und dann auch des europäischen und amerikanischen Festlandes sich durch auffallend düstere Farben auszeichnen. Die Papilio-Arten Hermocrates, Nomius u. a. bilden mit dem australischen Leosthenes geradezu eine eigenartige düster gefärbte Gruppe, gegenüber dem gelben Podalirius und Verwandten des Festlandes. Auch die dem Archipel angehörigen Antiphatesformen zeichnen sich durch dunkle Zeichnung aus u. s. w.

Andererseits tragen aber die Papilioniden des tropischen Afrika geradezu auffallend satte, dunkle Farbentöne gegenüber ihren Verwandten aus weniger heissen oder feuchtheissen Gebieten.

Die allgemeine Betrachtung unserer Feld- und Wiesenblumen im Frühjahr und im Sommer zeigt, dass im Frühjahr die Farben Weiss und Gelb im Grossen und Ganzen vorherrschen, dass Roth und Blau erst später mehr hervortreten. Und zwar geht Roth dem Blau voraus. Es entspricht dies den physiologischen Umbildungen des Farbstoffes, welche sich in vielen rothen oder blauen Blüthen während ihrer Ausbildung mehr oder weniger deutlich ausprägen und zum Theil auch in dem Wechsel der Farbe, den die Laubblätter im Herbst erleiden.

Was ich hier hervorheben will, ist dies, dass ein ganz ähnlicher Ersatz im Herrschendwerden der Farben aus gemässigten nach wärmeren Klimaten im Allgemeinen auch bei Schmetterlingen stattfindet. Als Beispiel wiederum die Papilioniden genommen, so sind die europäischen und nordasiatischen, sowie die nordamerikanischen vorwiegend hellgelb, bezw. fast weiss, während in Afrika, und vielfach

auch in Indien und in Südamerika bei den unmittelbaren Verwandten statt des hellen Gelb, Dunkelgelb und Grünblau, dann Roth und Blau, dann Schwarz hervortritt.

Oertliche Einflüsse auf die Abänderung, bezw. Artbildung der Thiere.

Endlich sind auf Inseln offenbar irgend örtliche äussere Einflüsse unbekannter Art, welche aber doch wohl gleichfalls in klimatischen und Ernährungsverhältnissen zu suchen sind für die Bildung der Arten, z. B. bei Schmetterlingen massgebend, massgebend vor Allem auch für ihre Grösse.

Ich erinnere die Schmetterlingskundigen nur an die Papilio-Arten von Java einerseits und von Celebes andererseits. Auf diesen beiden Inseln sind diese Arten offenbar ursprünglich vollkommen dieselben gewesen. Aber die von Celebes sind heute sämmtlich bedeutend grösser als die Blutsverwandten von Java und haben zugleich mehr oder weniger ausgeprägte kleine Verschiedenheiten in Färbung und Zeichnung letzteren gegenüber. Für fast jede javanische Art findet sich eine grössere, kräftigere andere Art in Celebes, wie mir, abgesehen von dem bekannten Material der Sammlungen, zahlreiche von Herrn Forstmeister Seubert auf Java und von Herrn Kaufmann Bauer auf Celebes gütigst gesammelte Stücke sicher beweisen.

Die grössere, üppigere Insel trägt also in diesem Falle die grösseren Schmetterlinge.

Ebenso finden sich z. B. auf den Antillen Arten von Papilioniden, welche kleiner als die des benachbarten Festlandes, im Uebrigen nur wenig von ihnen verschieden sind.

Auch die Schmetterlinge Sardinien's sind im Allgemeinen kleiner und auch dunkler gefärbt als die des Festlandes. Dasselbe gilt von dem gewöhnlichen Fuchs der Insel Man [1]). Bekanntlich hat Sar-

1) A. R. Wallace, Beiträge zur natürlichen Zuchtwahl. Deutsch von A. B. Mayer. 1870.



dinien überhaupt zahlreiche besondere Abarten, bezw. Arten von Thieren. Papilio Hospiton, welcher dort und auf Korsika vorkommt, ist nichts anderes als ein kleinerer Schwalbenschwanz mit viel dunkleren Flügeln und ohne Schwänze.

In allen diesen Fällen und in zahllosen anderen kommen neben und mit dem Grössenunterschied also noch andere besondere Eigenschaften in Betracht, so dass neue Arten geworden sind.

Wallace führt in seinen Beiträgen zur natürlichen Zuchtwahl in einem Kapitel: „Variation speziell durch die Lokalität beeinflusst“ weitere solche Fälle auf und berichtet dabei auch über den von mir erwähnten so sehr auffallenden von Java und Celebes. Er bemerkt, dass fast der einzige bis jetzt bekannte Fall von rein örtlicher Beeinflussung in der „Entstehung der Arten“ von Darwin verzeichnet sei, der nämlich, dass krautartige Pflanzengruppen auf Inseln die Neigung zeigen, baumartig zu werden, während für die Thierwelt keine solche Thatsachen bekannt seien. Dann fährt er fort: „Beim Betrachten der nahe verwandten Arten, lokalen Formen und Varietäten, welche über die indischen und malayischen Regionen verbreitet sind, finde ich, dass grössere oder kleinere Distrikte oder selbst einzelne Inseln der Majorität ihrer Papilioniden einen speciellen Charakter verleihen. Nämlich 1) die Arten der indischen Region (Java, Sumatra und Borneo) sind fast unabänderlich kleiner als die verwandten Arten, welche Celebes und die Molukken bewohnen; 2) die Arten von Neu-Guinea und Australien sind ebenfalls, wenn auch in geringerem Grade, kleiner als die nächsten Arten oder Varietäten der Molukken; 3) auf den Molukken selbst sind die Arten von Amboina die grössten; 4) die Arten von Celebes kommen denen von Amboina gleich oder übertreffen sie selbst noch an Grösse; 5) die Arten und Varietäten von Celebes besitzen einen auffallenden Charakter in der Form der Vorderflügel, welche von den verwandten Arten nnd Varietäten aller umgebenden Inseln verschieden ist; 6) geschwänzte Arten von Indien oder der indischen Region werden schwanzlos, wenn sie sich nach Osten hin durch den Archipel ver-

breiten; 7) auf Amboina und Ceram sind die Weibchen mehrerer Arten dunkler gefärbt, während sie auf den anliegenden Inseln glänzender gefärbt sind".

Auffallend sind besonders die Eigenthümlichkeiten in der Form der Vorderflügel bei den Papilio-Arten von Celebes, welche Wallace anführt: die Vorderflügel sind im Allgemeinen mehr verlängert und sichelförmig, der vordere Rand ist stärker gebogen als bei den Arten mit anderer Heimath und macht meist nahe der Wurzel eine plötzliche Biegung, eine Ecke.

Da diese eigenthümliche Flügelform auf Celebes nicht nur Papilio-Arten, sondern Pieriden und Arten einiger anderer Familien von Papilioniden zukommt, so sucht Wallace ihre Ursachen in einem Vortheil im Kampf um's Dasein, indem er annimmt, jene grossen Schmetterlinge müssten durch die sichelförmige Gestalt der Vorderflügel und die gebogene Vorderrippe derselben die Fähigkeit haben, mit grösserer Leichtigkeit plötzliche Wendungen vorzunehmen und auf diese Weise dem Verfolger Schwierigkeiten zu bereiten. Dies um so mehr, als der einzige Papilio auf Celebes, welcher jene Eigenschaften der Flügel nicht besitzt, P. Polyphontes aus der Polydorus-Gruppe, anderweitig geschützt zu sein scheint.

Es ist dies ja möglich, obschon die früheren Ausführungen, wonach grosse Flügel die fliegenden Schmetterlinge vor Angriff sogar schützen, dagegen sprechen, und obschon Wallace jenen Verfolger nicht zu nennen weiss. Gerade weil die Eigenthümlichkeit in derselben Weise bei verschiedenen, aber verwandten Familien vorkommt, dürfte sie indessen eher als Ausdruck einer durch besondere klimatische oder Ernährungsverhältnisse bedingten Entwicklungsrichtung, phyletischen Wachsens aufzufassen sein und ebenso das Schwinden der Schwänze nach Osten hin. Auch die verschiedene Grösse der Schmetterlinge auf Inseln dürfte doch in verschieden üppigen Ernährungsverhältnissen ihre Ursache haben.

Bezüglich der Schwänze kann ich den Wallace'schen Beobachtungen hinzufügen, dass es die höheren Arten der Gattung

Papilio sind, bei welchen sie schwinden, so dass es sich also um ein Verkümmern derselben in der Gattung handelt.

Auch Besonderheiten der Färbung der Schmetterlinge auf bestimmten Inseln, welche Wallace angiebt und welche zahlreich auch mir bekannt sind, sind gewiss nicht auf Auslese zurückzuführen, wohl aber zum Theil sicher als Stücke bestimmter Entwicklungsrichtung zu erkennen, worauf ich hier nicht näher eingehe. So sagt Wallace, mit Darwin Entdecker des Nützlichkeitsprincips, selbst: „Allein auch diese hypothetische Erklärung der Flügelform und Aderung der Celebes-Schmetterlinge reicht für die anderen Fälle lokaler Modifikation nicht aus. Warum die Arten der westlichen Inseln kleiner sind als die der weiter nach Osten liegenden, — warum die von Amboina die von Dschilolo und Neu-Guinea an Grösse übertreffen, warum die geschwänzten Arten von Indien auf den Inseln diese Anhängsel zuerst verlieren und an den Ufern des Pacific keine Spur mehr davon zeigen, — und warum in 3 verschiedenen Fällen die Weibchen von amboinesischen Arten weniger bunt gekleidet sind als die correspondirenden Weibchen der umliegenden Inseln — das sind Fragen, welche wir jetzt noch nicht zu beantworten versuchen können.“

Also lauter Eigenschaften, deren Nutzen jedenfalls nicht nachgewiesen, für welche Auslese nicht als massgebend erkannt werden kann — und sicher doch erworbene und vererbte Eigenschaften!

Ich kann diese Beispiele gerade an Schmetterlingen um viele vermehren und zwar um solche, bei welchen es sich um so kleine, offenbar nach bestimmten Entwicklungsrichtungen sich unabänderlich vollziehende, die Entstehung von Arten bedingende Abänderungen handelt, dass in der That eine Erklärung durch Auslese sicher ausgeschlossen ist.

Bedeutuug der Reizung des Nervensystems für die Anpassung und für die Entstehung der Arten. [1])

Man wird es vielleicht vermissen, dass ich von vornherein der Wirkung des Nervensystems in der Frage von den Ursachen der Umbildung der Farben der Thiere nicht eine besondere Rolle zugetheilt habe, da der Einfluss desselben in dieser Beziehung bekannt ist. Allein es ist klar, dass dieser Einfluss in den meisten Fällen nur ein mittelbarer, durch andere Ursachen, insbesondere durch Licht und Wärme bedingter sein wird, sofern es sich dabei um eine Wirkung handelt, welche für bleibende Umänderung der Formen der Thiere in Betracht kommen könnte.

Die Nerven können in zweierlei Weise auf die Färbung der Haut wirken: einmal durch Abänderung des Blutzuflusses und dadurch bedingte Ablagerung von Farbstoff — also mittelbar — und dann unmittelbar durch Gestaltsveränderung der Pigmentzellen. Erstere Wirkung erfolgt mehr unter dem Einfluss des Wechsels von Wärme und Kälte, letztere mehr unter jenem des Lichtes. Wärme erhöht den Blutzufluss nach der Haut, Kälte mindert ihn — jene durch Erweiterung, diese durch Zusammenziehung der Blutgefässe — beide dürften aber ausserdem auch unmittelbar durch Ausdehnung und Zusammenziehung der Pigmentzellen wirken, gleich der Beleuchtung.

Endlich wirkt elektrische Reizung oder Zerschneidung von Nerven auf die Umfärbung der Haut. Durch Entfernen des Kleinhirns des Frosches entsteht eine auffallende Buntscheckigkeit der Haut dieses Thieres. Durch Erkrankung der nervenreichen Nebennieren des Menschen entsteht braune Hautfarbe. Wie Erregung augenblicklichen Wechsel von Blässe und Röthe der Haut beim Menschen hervorruft und wie stets ärgerliche, giftige Menschen sich durch mehr blasse, gelbliche Hautfarbe auszeichnen, in Folge ständiger Erregung des

1) Vergleiche besonders zu diesem Kapitel die Bemerkungen am Schlusse des Buches.

Nervensystems, so wechseln die Farben von Thieren durch Aenderung der Reizung zuweilen in sehr auffälligem Maasse. Ich erinnere nur an den bekannten Fall beim Chamäleon, welches im Aerger wie im Tode gelb wird. Auch der Laubfrosch verfärbt sich in der Gefangenschaft augenscheinlich auf Grund von Nervenerregung, wie man gewöhnlich sagt, aus Missbehagen.

Allein es kommt im letzteren Falle offenbar auch unmittelbarer Einfluss der Farbe der Umgebung, also Wirkung des Lichtes in Betracht, denn der Laubfrosch ändert, gleich manchen anderen Thieren, die Farbe entschieden nach den Farben seines augenblicklichen Aufenthaltes[1]).

Bekanntlich ändern ebenso zahlreiche andere Thiere ihre Farbe nach der Umgebung und werden dadurch weniger auffallend. Ausser dem Chamäleon erinnere ich nur an die Sepien unter den Tintenfischen. Es ist dies noch eine viel feinere Einwirkung des Lichtes als die, welche nur einfach die Farbe von Hell in Dunkel umändert, wie das in so vielen Fällen vorkommt — eine plötzliche Wirkung statt der allmählichen, durch welche z. B. beim Menschen im Laufe langer Zeiten Dunkelfärbung erfolgt, aber mit ihr physiologisch nicht zusammen zu werfen, denn dort handelt es sich um Aenderung der Gestalt der Pigmentzellen unter dem Einfluss des Nervensystems, hier um Ablagerung von Farbstoff.

Auffallend zeigt sich solche plötzliche Verfärbung unter dem Einfluss des Lichtes z. B. bei gewissen Fischen, so bei Forellen, Aeschen, Ellritzen. Hier wird die Farbe im Dunkeln gehaltener Thiere bei plötzlicher Belichtung heller in Folge von Zusammenziehung der Pigmentzellen.

Man geht gewiss auch darin in der Anerkennung der Bedeutung der „Anpassung" — wie ich schon durch früher gegebene Beispiele andeuten wollte — zu weit, dass man jede Uebereın-

1) Man bezeichnet diesen Vorgang gewöhnlich mit dem wenig sinnreichen Ausdruck: sympathische Färbung. Ich möchte letzteren durch Reizungsfärbung ersetzen.

stimmung der Färbung eines Thieres mit dem Untergrund, auf welchem es lebt, durch Auslese erklären will. Denn es können nach Vorstehendem der Umgebung ähnlich gefärbte, in der Farbe thatsächlich angepasste Thiere ganz zufällig, eben z. B. in Folge der unmittelbaren, nothwendigen Wirkung des Lichtes, bezw. der Farben, also ohne Auslese, dieser Umgebung in der Farbe ähnlich werden. Manche Fälle von ganz wunderbarer scheinbarer Anpassung durch Auslese dürften hierher gehören.

Dazu kommt aber, dass gerade bei raschen Farbenänderungen, abgesehen vom Nerveneinfluss, auch eine chemische Wirkung des Lichtes in Betracht kommen kann. So hat man beispielsweise beobachtet, dass Schmetterlingspuppen während ihrer Entwicklung von der Farbe ihrer Umgebung derart beeinflusst werden, dass sie diese Farbe annehmen. Trotzdem dass solche Puppen z. B. die rothe Farbe eines sie umhüllenden Tuches angenommen haben, welche Farbe in der freien Natur kaum massgebend für sie sein konnte, an welche sie sich jedenfalls nicht ohne besondere und ausdrücklich in Rechnung zu ziehende Lebensverhältnisse durch Auslese angepasst haben können, hat man ohne weiteres Anpassung durch Auslese vorausgesetzt.

Ich möchte gegen solche Auslegung die Erwägung einwenden: Es hat nun einmal der Stoff, aus welchem die Puppenhülle gemacht ist, die Eigenschaft, durch das Licht ähnlich einer photographischen Platte verändert zu werden, und die Beziehung dieses Verhältnisses zur Aussenwelt kann nützlich, aber sie braucht nicht durch Auslese entstanden zu sein.

Dass jener Stoff derart beschaffen ist, dass er das vom Menschen zur Zeit so sehnlich erstrebte Ziel der Farbenphotographie erfüllt, führt noch zu einer anderen Betrachtung.

Seit der Entdeckung des Sehroths in der Netzhaut des Auges, eines Stoffes, welcher nach dem Tode unter der Einwirkung des Lichtes sehr rasch verblasst und welcher seinen Sitz eben in den lichtaufnehmenden Zellen der Netzhaut hat, liegt es nahe, das

Sehen, insbesondere die Empfindung der Farben im Auge der höheren Thiere und des Menschen gleichfalls als chemischen Vorgang, als eine Art Photographiren aufzufassen.

Ein wenig weiterer Schritt in der besonderen Ausbildung der Nervenerregung, bezw. Nervenleitung, könnte nun wohl dazu führen, die soeben berührte wunderbare Thatsache verständlich zu machen, dass die Farben der Umgebung eines Thieres sich in dessen Hautfarbe wiedergeben können, denn selbstverständlich geht der Weg der Wirkung des Farbeneindruckes vorzugsweise durch die Augen. Versuche thun dies ausdrücklich dar: nachdem man den betreffenden Thieren die Augen entfernt hat, hört die Wirkung der Farbe der Umgebung auf die Farbe der Haut auf.

Somit fiele in manchen Fällen chemische Umsetzung und Augennervenreiz für die Frage vom Einfluss des Lichtes auf die Farben der Thiere zusammen.

Ob einfache chemische Wirkung des Lichtes auf die Haut oder solche Wirkung durch Vermittelung der Augen oder ob einfacher allgemeiner Nervenreiz für besondere Fälle der Verfärbung der Thiere massgebend oder ob endlich allmählich wirksame Auslese dabei zugleich im Spiele ist, das wird für den einzelnen Fall freilich oft schwer zu entscheiden sein.

Folgender geradezu staunenswerther Fall von „Anpassung" der Färbung eines Thieres an den Untergrund, auf welchem es lebt, drängt mir die Vermuthung auf, dass Auslese dabei nicht im Spiele sei, sondern vielmehr unmittelbare äussere Einwirkung des Farbenreizes, welche nur nicht augenblicklich, sondern langsamer zur Erscheinung kommen dürfte, als dies in vielen Fällen geschieht.

Die bei uns im Sommer so häufige Schnarrheuschrecke mit den rothen, schwarzgebänderten Hinterflügeln: Acridium germanicum (Oedipoda germanica) gleicht, wenn sie die Oberflügel zusammengefaltet hat, durch deren Farbe da, wo das Thier auf dem rothbraunen Tübinger Keupermergelboden vorkommt, diesem Boden

dermassen in der Farbe, dass es von ihm nicht zu unterscheiden ist. Wenig über dem rothen Keupermergelboden findet sich nun auf den hiesigen Höhen weisslicher Keupersandstein, zuweilen nur in der Breite eines Weges oder in etwas grösseren Flächen, öfters inmitten des ersteren. Auf diesen kleinen Flächen helleren Bodens finde ich regelmässig die Schnarrheuschrecke mit ganz hellen Oberflügeln, so dass sie, wenn sie auf ihm sitzt, kaum zu sehen ist. Und dieselbe wunderbare „Anpassung" habe ich auch sonst bemerkt. Einer meiner Freunde, der sonst nicht gewohnt ist, auf solche Thiere ein besonderes Augenmerk zu richten, erzählte mir, dass es ihm in hohem Grade aufgefallen sei, wie gewisse Heuschrecken an den zwei Ufern eines Baches, welche verschieden gefärbten Boden haben, in der Farbe je dem Untergrund vollkommen gleich gewesen seien — ohne Zweifel handelt es sich hier um Acridium germanicum oder um Acridium coerulescens, welch' letztere Heuschrecke dieselbe Anpassung zu zeigen scheint.

Versuche müssten darüber Aufschluss geben, ob es sich also in diesem Falle nicht um eine Art von Reizungsfärbung handelt.

Dass solche Reizungsfärbung beim Laubfrosch vorkommt, habe ich oben erwähnt. Offenbar gilt das auch für andere Lurche.

Vor Jahren fiel mir in einem Nadelholzwalde des Tauberthals (bei Bronnbach nahe Wertheim) sehr auf, dass die zahlreich dort vorhandenen Kröten ausnahmslos die gelbröthliche Farbe des mit trockenen Nadeln bedeckten Waldbodens hatten. Auch der Grasfrosch, Rana temporaria, verfärbt sich nach der Farbe des Untergrundes und zwar nicht rasch, sondern nur langsam.

Es scheint mir als sicher angenommen werden zu dürfen, dass solche Reizungsfärbung in sehr vielen Fällen allerdings die letzte Ursache, die Veranlassung zur Entstehung einer bleibenden und sich vererbenden Anpassungsfärbung gewesen ist: denn wenn irgend eine Art oder Abart eines Thieres lange Zeit hindurch auf bestimmt und unveränderlich gefärbtem

Untergrund gelebt hat, dessen Farbe sie von vornherein durch Nervenreiz annahm, so wird sich diese Farbe schliesslich unveränderlich festsetzen können.

Es wird somit auf diesem Wege eine hochgradige unveränderliche Farbenanpassung ohne jede Auslese, ohne „Kampf um's Dasein“ entstehen können und wahrscheinlich erklären sich viele Farbenanpassungen der Thiere innerhalb kleiner Gebiete auf diese Weise.

Was Frösche anlangt, so gehört hierher vielleicht ein merkwürdiger Fall von Anpassung der Farbe, welchen Wiedersheim beobachtet hat: die Engadiner Grasfrösche haben durchaus die gesprenkelte Färbung des Granitgesteins erlangt, auf welchem sie leben.

Dass Auslese solche unmittelbare Anpassung begünstigen kann, versteht sich von selbst und dies dürfte der Fall sein bei dem wunderbaren Grad der Anpassung der Farbe der Mauereidechsen an die Farbe der Umgebung, welchen ich durch ausgedehnte Untersuchungen festgestellt habe — Farbenanpassungen, bei welchen übrigens die verschiedensten Ursachen massgebend sein dürften.[1])

Mein I. Assistent, Herr Dr. Fickert, hat, um die Wirkung verschiedenfarbiger Umgebung auf den braunen Grasfrosch (Rana temporaria) zu prüfen, folgenden Versuch auf meine Veranlassung angestellt: Drei in Färbung ziemlich gleiche solche Frösche wurden in drei Gläser gesetzt, von welchen das erste auf schwarzem, das zweite auf grünem, das dritte auf weissem Untergrund stand und welche bis zur Höhe von etwa 5 cm mit derselben Farbe umhüllt waren. Nach etwa $1^1/_2$ Stunden war der auf schwarzem Untergrund befindliche Frosch a der dunkelste, der auf weissem b der hellste, während der in dem grün umhüllten Glase sich befindende Frosch c in der Färbung etwa zwischen beiden ersteren in der

1) Vergleiche den Abschnitt über die Bedeutung der Anpassung für die Entstehung der Abarten bei den Eidechsen.



Mitte stand. Hierauf wurde Frosch a in das Glas mit hellem Untergrund versetzt, Frosch b in das mit dunklem. Nach etwa $^3/_4$ Stunden wurde wieder nachgesehen und es zeigte sich b als der dunkelste, a als der hellste. Weiter wurde nun c mit b vertauscht und nach einer Viertelstunde war c der dunkelste Frosch, b stand in der Mitte zwischen c und a. Als nun endlich b und a vertauscht wurden, trat sofort in der Färbung eine Aenderung ein: b wurde gleich wieder hell und a nahm die Mittelfärbung zwischen b und c an. Die Aenderung in der Färbung schien dadurch zu Stande zu kommen, dass bei Hellfärbung das in der Haut vertheilte Pigment sich an einzelnen Stellen in kleinen dunklen Flecken sammelte, während bei Dunkelfärbung es sich mehr über die ganze Körperoberfläche vertheilte.

Als ich den gleichen Versuch am folgenden Tage mit denselben Fröschen wiederholte, konnte ich nur wenig Farbenveränderung beobachten, wenngleich dieselbe immerhin bemerkbar war. Ein Frosch aber und eine Kröte (Bufo vulgaris), welche ich während der darauffolgenden Nacht in einem ganz dunkeln Gefäss hatte stehen lassen, waren am anderen Morgen beide schwarzbraun geworden. Nachdem ich sie ins Licht auf hellen Untergrund gebracht hatte, begann beim Frosch alsbald die Umfärbung in Hell und ging langsam weiter, so dass er nach einer halben Stunde braungelb war. Bei der Kröte erfolgte die Umfärbung viel langsamer: ich sah, dass sie erst nach längerer Zeit deutlich heller wurde, erst nach einer ganzen Stunde war sie hellbraun geworden.

Drei andere Frösche verfärbten sich im Verlauf von etwa einer Stunde entsprechend dem Versuch des Herrn Dr. Fickert — nur war der im Grünen sitzende fast ebenso hell wie der auf weissem Untergrund befindliche, und der vom Licht abgeschlossene war in jener Zeit zwar entschieden dunkler geworden, aber selbst nach 4 Stunden war er erst braun, nicht dunkel zu nennen.

Sehr bemerkenswerth ist also die Thatsache, dass die Umfärbung bei den Fröschen zwar alsbald beginnt, aber nur langsam

ihr volles Ziel erreicht und dass sie auch bei den Kröten langsam geschieht, was ganz mit meiner Deutung derselben zu Gunsten der Anpassung ohne Auslese übereinstimmt.

Besondere Thatsachen, welche den Einfluss der Ernährung und anderer äusserer Verhältnisse auf das Abändern und die Artbildung der Schmetterlinge beweisen.

Nachdem ich mich an verschiedene Schmetterlingskundige vergebens um Angabe zuverlässiger eigener Beobachtungen über den Einfluss der Ernährung der Raupen auf die Abänderung der Falter gewendet und Vorstehendes schon abgeschlossen hatte, wurde ich mit dem Buche: „Die indo-australische Lepidopteren-Fauna in ihrem Zusammenhang mit den drei Hauptfaunen der Erde nebst Abhandlung über die Entstehung der Farben in der Puppe“ von Gabriel Koch (2. Aufl., Berlin 1873) bekannt, welches einige für meine Auffassung wichtige Thatsachen enthält, und dessen Verfasser auf Grund dieser Thatsachen Ansichten über die Entstehung der Abarten äussert, die jener vollkommen entsprechen.

Koch hebt hervor, dass seine ersten Versuche, die Farben der Schmetterlinge durch die Ernährung der Raupen zu beeinflussen in das Jahr 1832 zurückreichen, wo es ihm geglückt sei, bei Chelonia Hebe feuriges oder mattes Roth auf den Unterflügeln oder abwechselnd die schwarze Zeichnung oder die weisse Grundfarbe durch verschiedene Nahrungspflanzen mehr hervortreten zu lassen[1]). Weitere Versuche gelangen an Chelonia Caja und Nemeophila plantaginis[2]).

Die von Koch beigebrachten Thatsachen sollen zur Stütze einer von ihm aufgestellten, freilich physiologisch abenteuerlichen

---

1) Veröffentlicht in einer Abhandlung über „die Raupen und Schmetterlinge der Wetterau.“

2) Mitgetheilt in G. Koch: „Die Schmetterlinge des südwestlichen Deutschlands.“

Theorie von der Entstehung der Farben dienen: es lagere sich ein gelblicher Schleim vor dem Auskriechen des Schmetterlings auf die Flügel, derselbe bestehe aus Körnchen, welche die Farbenkörperchen des Falters bilden sollen. Die Raupe habe den Stoff dazu aus den Nahrungspflanzen in Form von Pflanzensalzen, Säuren und Gerbstoffen aufgenommen. Koch ist meines Wissens ein einfacher Frankfurter Handwerker (ein Flaschner) gewesen, dem es nicht zu verargen ist, wenn er die Farbenbildung auf Grund einer Auflagerung von Farbe erklären will. Andererseits ist es hoch erfreulich, gerade von solchem Manne wiederum Thatsachen in einer Weise wissenschaftlich, d. i. für allgemeine Schlüsse verwerthet zu sehen, dass man von ihm sagen muss: er trifft mit einfachem, ungeklügeltem Urtheil den Nagel auf den Kopf.

Koch verwahrt sich gegen den Vorwurf, die Wirkung des Lichtes auf die Entstehung der Farben nicht anzuerkennen: diese Wirkung zeige sich ja schon darin, dass die Tagschmetterlinge alle eine lebhaftere Farbe haben als die Nachtschmetterlinge. Wärme und Licht aber seien nicht verschieden.

Die Ergebnisse Koch's sind nun die folgenden:

Die Futterpflanze übt leicht eine Veränderung in den Zeichnungen aus („Bär“ und andere Schmetterlinge).

Nachtschmetterlinge, welche ausschliesslich auf Nadelhölzern leben, haben düstere Farben, besonders Grau, wie z. B. unser Tannenpfeil oder Fichtenschwärmer (Sphinx pinastri) oder der Kiefernspinner (Gastropacha pini) und mehrere ausländische Arten. Dies sei so untrüglich, dass Koch aus Sidney und Baltimore die Bestätigung seiner Ansicht erhielt, „als er die Raupen gewisser Arten nach der Farbe der Falter als auf nadelholzartigen Pflanzen lebend bezeichnete und veranlasste, sie dort aufzusuchen.“

Bekannt ist, sagt Koch, dass, wenn man die Raupen unseres deutschen Bären (Chelonia s. Euprepia Caja) schon von der Geburt an bis zur Verwandlung mit Blättern von Lactuca sativa oder Atropa belladonna füttert, von den daraus hervorgegangenen

11

Schmetterlingen keiner dem ursprünglichen mehr gleicht; durch Füttern mit Salat wird in der Regel die weisse Grundfarbe der Flügel vorherrschend; nach Füttern mit der Tollkirsche fliessen die braunen Zeichnungen auf den Oberflügeln öfters zusammen und das Weisse verschwindet, ebenso vereinigen sich die blauen Zeichnungen auf den Unterflügeln und verdrängen die oraniengelbe Grundfarbe. Ich füge hinzu, dass nach Koch's Werk: „Die Schmetterlinge des südwestlichen Deutschland" Fütterung mit Belladonna und Mohn dunkelgefärbte Falter hervorbringt. Auch bei Chelonia plantaginis (Wegerichspinner) und Gastropacha pini (Kiefernspinner) glückten Koch ähnliche Versuche. Als bekannt führt er endlich solche mit Melitaea- und Argynnis-Arten an.

„Sollten nun", schliesst Koch, „solche Vorgänge in dem grossartigen Leben der betreffenden zahllosen Geschöpfe nicht ebensogut und noch dazu in grösserem Style vorgehen, als an der Hand unserer künstlichen Leitung. Sollten selbst in dem Falle, wenn sehr viele Individuen aus eintretendem Mangel ihrer eigentlichen Futterpflanze zu Grunde gehen, nicht doch noch hinreichend zahlreiche erhalten bleiben, indem sie mit anderen verwandten Nahrungsstoffen vorlieb nehmen, um Varietäten zu erzeugen, deren Entstehung wir vorerst kaum ahnen und uns deshalb oft verleiten liessen, neue Arten in ihnen zu erblicken?"

Weiter führt er Beispiele dafür an, dass kältere oder wärmere, feuchte oder trockene Klimate Färbung und Grösse der Schmetterlinge verändern.

So erscheint der Brettspielfalter (Arge Galathea) im mittleren Deutschland ganz anders als seine in Tirol und in den südlichen Gegenden Europa's fliegenden dunklen Varietäten (var. Procida und Leucomelas) u. s. w., der Ehrenpreisfalter (Melitaea Artemis) kommt im mittleren Deutschland stets kleiner und in matterer Farbe vor, als seine hochgefärbten, in Spanien lebenden Varietäten (Desfontainesi und Beckeri). Unser Citronenvogel oder Kreuzdornfalter (Gonopteryx rhamni) erhält im südlichen Italien und Portugal ein

grosses oranienfarbenes Feld auf den Vorderflügeln (var. Cleopatra). Ferner übt nicht selten anhaltend trockene und feuchte Witterung auf die Grösse der nächsten Generation bedeutenden Einfluss aus. Die von anhaltend dürren Sommern herrührenden Schmetterlinge werden in der unmittelbaren Nachfolge stets kleiner als die aus mässig feuchter Witterung stammenden. Argynnis Selene wird in der zweiten Generation, welche im Hochsommer fliegt, stets kleiner als die im Frühjahr vorkommende erste Generation u. s. w. — „Wenn nun schon so wichtige Beobachtungen bei vielen Arten unseres kleinen Continents gemacht wurden, warum sollen bei den aussereuropäischen Arten, die über ein so grosses Terrain verbreitet sind, wo die verschiedensten Klimate, ein anders gemischter Boden, zum Theil auch ganz andere Futterpflanzen, nicht ähnliche Wirkungen möglich sein? — Warum soll in einer Hemisphäre, wo die Temperaturverhältnisse so verschieden sind, die Tropensonne, welche im Allgemeinen als die Erzeugerin der Varietäten gilt, nicht mit die Hauptveranlassung sein, Abänderungen hervorzubringen. So ist dem feuchtwarmen Klima Ostindiens die Entstehung so grosser Schmetterlingsformen zuzuschreiben (z. B. die der Ornithoptera!), dagegen ist die Kleinheit der australischen Schmetterlinge auf trockenes Klima zurückzuführen."

„Wenn nun Schmetterlinge während der Regenzeit aus einer Gegend in eine andere gelangen, wo noch nicht die Regenzeit eingetreten ist und wo glühende Hitze und trockene Luft herrscht; oder wenn sie aus dem durchaus nicht wasserarmen, noch regenleeren Monsungebiet in das stets trockene und wasserarme Australien gerathen, so ist die Verkleinerung schon in der nächsten Generation zuverlässig. Da nun aber in Australien trockenes Klima . . . das bestehende ist, so bleibt die eingetretene Verkleinerung für alle späteren Generationen in der neuen Niederlassung

dieselbe und die . . . Verkümmerung der Art ist für immer gebildet."

So bilden sich stehende Oertlichkeitsabarten.

Es sind also zahlreiche Schmetterlinge, welche in feuchten Klimaten grösser sind, in Australien kleiner. Uebrigens giebt es auch sehr grosse eingeborene Schmetterlinge in Australien (z. B. die riesigen Schwärmerarten Brachyglossa triangularis und B. Australasiae etc.). Kleiner werden z. B. in Australien: Chaerocampa celerio, Sphinx convolvuli, Euchelia pulchra und viele andere.

Weiter berührt Koch die Bedeutung der Jahreszeit, in welcher die Schmetterlinge auftreten und erwähnt, nachdem er die Landkärtchen (Vanessa Levana und Prorsa) aufgeführt hat, dass die zweite Generation von Argynnis Selene, welche im Hochsommer fliegt, auch feinere, schwärzere Punkte und Zeichnungen hat als die im Frühjahr fliegende.

Koch gelangt also dazu, äusseren Einflüssen die Entstehung von ständigen Abarten zuzuschreiben und sein Hauptgewinn ist der, es wahrscheinlich zu machen, dass vielleicht viele Formen, die man heute für Arten hält, nur solche ständige Abarten seien. Es ist bezeichnend für die Zähigkeit, mit welcher die Vorstellung von der Beständigkeit der Arten den Systematikern in Fleisch und Blut übergegangen ist, dass Koch die Frage, ob nicht auch Arten auf diese Weise entstehen könnten oder entstanden seien, nicht einmal berührt — obschon er selbst Beispiele dafür liefert.

Im Vorstehenden glaube ich als unzweifelhaft nachgewiesen zu haben, dass äussere Einwirkungen, dass Klima, Licht, Wärme, Feuchtigkeit, und dass die Verschiedenheiten der Ernährung unmittelbar, auch ohne Beihülfe der Auslese, die Organismen verändern und dass sie, indem sich die so entstan-

1) Vergl. später.

denen Veränderungen vererben, Veranlassung zur Entstehung neuer Arten geben werden und gegeben haben müssen; als Voraussetzung dazu aber, dass die Vererbung durch äussere Einflüsse erworbener Eigenschaften eine unbestreitbare Thatsache ist.

Durch Gebrauch erworbene Eigenschaften.

Es ist ein physiologisch selbstverständlicher Satz, dass die Uebung, der Gebrauch die Organe des Körpers stärkt und verfeinert und damit abändert, während Nichtgebrauch sie verkümmern macht.

Die Ursachen der Wirkung der Uebung liegen einmal in dem durch dieselbe veranlassten verstärkten Blutzufluss und dann in der feineren Ausbildung der Nerven- und Muskelthätigkeit.

Dass derart durch Gebrauch oder durch Nichtgebrauch erworbene Eigenschaften sich vererben und mit zur Bildung neuer Arten führen müssen, das lässt sich, wie ich glaube, am leichtesten unter allem dem beweisen, was ich hier zu beweisen habe, und wenn ich alle die Thatsachen, welche dazu dienen können, vorführen wollte, würde ich kein Ende finden, denn ich müsste dann die ganze vergleichende Anatomie und Physiologie behandeln. Allein es ist mir insbesondere darum zu thun, zu zeigen, dass auch Gebrauch und Nichtgebrauch selbst ohne Auslese zur Bildung neuer bleibender Eigenschaften führen müssen, denn eben dies halte ich für eine physiologische Nothwendigkeit.

Schon Lamarck erklärte die Rückbildung der Augen der Höhlenthiere durch Nichtgebrauch.

Wie entstehen aber Augen?

Die Pigmentflecke, welche dieselben bei manchen Thieren heute noch ausschliesslich zu vertreten scheinen, zeigen wohl ihre

erste Stufe. Der Lichtreiz, ausgeübt auf zum Sehen, d. i. zum „Tasten in die Ferne" besonders geeignete Stellen der Oberhaut, hat, indem diese Stellen, welche ursprünglich nur mit Tastempfindung begabt waren, sich ihm zur Aufnahme des feineren Reizes der Aetherwellen ständig zuwendeten, eine Ablagerung von Pigment hervorgerufen. Pigment kann nicht das erste Sehorgan selbst gewesen, noch kann es heute irgendwo für sich Sehorgan sein. Aber Pigment ist zum Sehen insofern unbedingt nothwendig, als es zur Abgrenzung der auf Nervenendigungen fallenden Lichstrahlen dient. Pigment lagert in der Umgebung von ursprünglichen Tastzellen und schliesst je eine solche Zelle von den Nachbarn ab, oder es lagert sich in ursprüngliche Tastzellen, je eine derselben frei lassend. Die von Pigment frei bleibenden Tastzellen werden zu Sehstäbchen. Ich habe solche äusserlich Pigmentflecke darstellende einfachste Augen bei Quallen, z. B. bei Aurelia aurita, beschrieben[1]). Sie vermitteln meiner Ansicht nach ein einfachstes Sehen dadurch, dass von irgend einem Gegenstand ausgehende Lichtstrahlen je durch ein solches Sehstäbchen, von den benachbarten Strahlen getrennt, hindurch treten und so Licht und Schatten des Gegenstandes dem Nervensystem in Form von einzelnen Punkten mittheilen, so dass in diesem der Gegenstand durch punktförmige Zusammensetzung seiner Bildfläche zur Darstellung kommt — nur eben dadurch, dass von jedem Punkte der letzteren ein licht- oder schattenreicherer Punkt im Nervensystem dargestellt wird, wie wenn man sich einen Gegenstand durch zahlreiche in ein Kartenblatt gemachte feine Löchelchen betrachtet denkt. Solch' punktförmiges Sehen kann gewiss nur durch diese so niedrig gebauten Augen so niedrig stehender Thiere, wie die Quallen es z. B. sind, zu Stande kommen, nicht aber, wie die meisten Zoologen heute noch mit Johannes Müller annehmen, durch die hochgebauten zusammengesetzten Augen der Insekten, in welchen sicherlich Bilder erzeugt werden müssen. Die Entstehung solcher punktförmiges Sehen vermittelnder Augen beruht

1) Th. Eimer, „Die Medusen".

also wesentlich auf der Ablagerung von Pigment um Tastzellen, zu dem Zwecke, um die verschiedenen einfallenden Lichtstrahlen von einander zu trennen. Wir haben gesehen, welche Bedeutung das Licht für die Bildung von Pigment hat. Ohne den Lichtreiz konnte das zur Bildung des Auges so wesentliche Pigment nicht entstehen; ohne den fortgesetzten Lichtreiz, das heisst ohne fortgesetzten Gebrauch kann das Auge überhaupt als solches nicht bestehen — durch fortgesetzten Gebrauch aber wird es vervollkommnet werden. Derselbe Reiz, welchem das Auge dient, das Licht, hat dessen wesentlichste Grundlage geschaffen und erhält sie.

Ganz dasselbe gilt aber auch für die reizaufnehmenden Zellen, für Tastzellen und Sehstäbchen, wie für Riech-, Schmeck- und Hörzellen. Sie sind sämmtlich in letzter Linie aus indifferenten Oberhautzellen gebildet worden und die specifischen äusseren, mit dem Tastreiz so verwandten Reize, welchen sie dienen, müssen sie nach und nach specifisch gestaltet haben — nur durch den Gebrauch, durch fortgesetzte Uebung werden sie specifisch erhalten und schon durch sie werden sie verfeinert.

In dieser gewiss vollkommen berechtigten Betrachtungsweise liegt der beste Beweis für die hohe Bedeutung des Gebrauchs die hohe Bedeutung erworbener und vererbter Eigenschaften für die Umbildung der Organe.

So verdankt jeder Organismus seine eigenartige Gestaltung ganz wesentlich dem Gebrauch seiner Theile; ja sein Bestehen verdankt er schliesslich dieser Uebung und der unaufhörlichen Einwirkung äusserer Reize. Ohne jede Uebung würden unsere Organe sämmtlich verkümmern, wir würden zu Grunde gehen, ebenso wie wir todt wären, wenn auch nur einen Augenblick die äusseren Reize aufhörten, auf uns zu wirken.

Das Leben ist ja nichts anderes als der Ausdruck der Wechselwirkung zwischen Organismus und Reiz der Aussenwelt und der

Tod als Absterben beruht darauf, dass der Organismus zur Aufnahme von Reizen unfähig wird.

So ist nun aber auch der Satz, dass die Augen der Höhlenthiere durch Nichtgebrauch verkümmert seien, genauer dahin zu ändern, dass schon das Aufhören des Lichtreizes Verblassen des Pigments hervorrufen und dadurch die Augen zum Verkümmern bringen musste.

Im Uebrigen wollte ich im Vorstehenden nur hervorheben, dass äusserer Reiz, bezw. Gebrauch, meiner Ansicht nach auch ohne Auslese nothwendig Organe bilden, stärken und verfeinern wird, ohne dass ich daran dächte, der thatsächlichen Bedeutung der Auslese, z. B. bei der Bildung der Augen, widersprechen zu wollen.

Unter den Beispielen, welche Lamarck zu Gunsten der Umbildung der Organe durch Gebrauch aufführt und welche freilich zumeist theilweise auf Auslese zu beziehen sind, ist eines, welches mir zu weiterer Verwerthung Veranlassung giebt. Er sagt: „Herr Tenon . . . . . hat der Abtheilung der Wissenschaften die Mittheilung gemacht, dass er bei der Untersuchung des Darmkanals mehrerer Menschen, die während eines grossen Theils ihres Lebens leidenschaftliche Trinker gewesen waren, denselben im Vergleich zu dem nämlichen Organe aller Menschen, die eine solche Gewohnheit nicht angenommen haben, beständig ausserordentlich verkürzt gefunden habe."

„Es ist bekannt, dass die grossen Trinker oder Diejenigen, welche sich der Völlerei hingegeben haben, sehr wenig feste Nahrung zu sich nehmen, dass sie beinahe gar nicht essen und dass das Getränk, welches sie im Ueberfluss und häufig zu sich nehmen, hinreicht, um sie zu ernähren."

„Da nun die flüssigen Nahrungsmittel, hauptsächlich die geistigen Getränke, nicht lange im Magen und den Gedärmen bleiben, so verlieren bei den Trinkern der Magen und der übrige Darmkanal die Gewohnheit, ausgespannt zu sein, ganz wie bei den Personen

mit sitzender Lebensweise, die sich beständig eifrig mit geistiger Arbeit beschäftigen und die sich gewöhnt haben, nur sehr wenig Nahrungsmittel zu sich zu nehmen. Allmählich und mit der Zeit ist ihr Magen zusammengeschrumpft und haben sich ihre Eingeweide verkürzt".

„Es handelt sich hier nicht um eine Verengerung und Verkürzung, welche durch ein Runzeln der Theile verursacht sind, das die gewöhnliche Ausdehnung erlauben würde, sobald diese Eingeweide anstatt einer ununterbrochenen Leere wieder angefüllt würden, sondern es handelt sich um eine wirkliche und bedeutende Verengerung und Verkürzung in der Weise, dass diese Organe eher brechen als Ursachen nachgeben würden, welche die gewöhnliche Ausdehnung verlangten".

„Man vergleiche zwei Menschen von gleichem Alter, von denen der eine, weil er sich Studien und gewohnheitsmässigen geistigen Arbeiten, die seine Verdauung erschweren, hingab, die Gewohnheit angenommen hat, sehr wenig zu essen, während der andere täglich viel Leibesübung hat, oft ausgeht und gut isst, und man wird finden, dass der Magen des ersten beinahe keine Fähigkeiten mehr besitzt und dass eine sehr geringe Menge von Nahrungsmitteln ihn anfüllt, während der des zweiten nicht nur die seinigen behalten, sondern sie noch vermehrt hat."

„Es ist dies also ein Organ, das in seinen Dimensionen und in seinen Fähigkeiten blos in Folge einer Veränderung in den Gewohnheiten während des individuellen Lebens bedeutend abgeändert wird."

Durch dieses Beispiel wird der Zoologe sofort an die Thatsache erinnert, dass verschiedene unserer Hausthiere einen längeren Darm haben als ihre wildlebenden Stammeltern. Da man ein anderes morphologisches Unterscheidungsmerkmal zwischen Wolf und Hund vergebens sucht, hat ein Zoologe kürzlich eben den Unterschied in der Länge des Darmes als solches geltend machen wollen. Allein es ist klar, dass es sich nur um eine bezügliche, auf phy-

siologische Verhältnisse zurückzuführende Verschiedenheit dabei handelt. Und zwar ist dieselbe offenbar zurückzuführen auf die verschiedene Art der Ernährung des Hausthieres und des wildlebenden Thieres. Der Wolf nährt sich von Fleisch, der Hund musste sich mit an Pflanzennahrung gewöhnen. Auch die Hauskatze unterscheidet sich, offenbar aus denselben Gründen, durch einen längeren Darm von der Wildkatze. Es ist eine allgemeine Thatsache, dass auch unter den freilebenden Thierarten die fleischfressenden einen viel kürzeren Darm haben, als die pflanzenfressenden. In der Entwicklung des Frosches folgen beide Einrichtungen, deutlich mit Beziehung auf die Nahrung, auf einander. Die Kaulquappe, welche sich, ausser von Infusorien, wesentlich von Algen ernährt, hat einen auffallend langen, der ausgebildete, nur von Kleingethier sich ernährende Frosch hat einen sehr kurzen Darm. Es ist sehr natürlich, dass für die nährstoffreiche Nahrung der Fleischfresser ein kurzer Darm genügt, während die nährstoffarme Nahrung der Pflanzenfresser, um den nöthigen Nährstoff zu liefern, einmal in grosser Menge aufgenommen und dann auch auf längerem Wege ausgesogen werden muss. So wird den Pflanzenfressern ein langer Darm nützlich sein.

Aber wodurch ist nun der Darm bei den genannten theilweise von Pflanzenkost lebenden Hausthieren länger geworden?

Dass dies durch Auslese geschehen sei, ist doch sicherlich nicht anzunehmen, denn wenn auch der längere Darm für die Ernährung der Hunde und Katzen von Vortheil ist, so ist der Unterschied in der Länge zwischen dem Darm der gezähmten und der wilden Thiere doch nicht überall so gross, dass er für das Leben derselben im Hausthierzustande in Betracht kommen könnte. Es kann meiner Ansicht nach keinem Zweifel unterliegen, dass es sich bei der Verlängerung in der That um mechanische Ursachen handelt, dass der Darm, wie er beim Trinker während des persönlichen Lebens verkürzt wird, so mechanisch beim pflanzenfressenden Thiere

verlängert worden ist durch die Gewohnheit der Nahrungsaufnahme und dass sich die neue Erwerbung vererbt hat, so dass man sie jetzt von Seiten eines Zoologen als Artkennzeichen aufstellen will!

Es ist eine sehr bemerkenswerthe Thatsache, dass fast alle Menschen den rechten Arm viel mehr gebrauchen als den linken. Da alle Menschenrassen, auch die, welche am entlegensten und am unkultivirtesten leben, diesen Gebrauch haben, so ist nicht wohl anzunehmen, dass es sich in ihm durchaus um etwas Angelerntes und rein durch Gewohnheit Vererbtes handle. Vielmehr dürfte im Bau des Körpers, etwa in der Richtung und Kraft der Bewegung der ernährenden Säfte etwas liegen, was die rechte Seite des Körpers vor der linken beim Menschen bevorzugt, so dass diese etwas kräftiger veranlagt wird, wenn nicht die Lage des Herzens nach links dabei massgebend ist, wegen der stärkeren Erregung, welche dasselbe durch den vorzugsweisen Gebrauch des linken Armes erleiden würde. Die Fälle, in welchen der linke Arm geschickter ist als der rechte, sprechen eher für eine solche Annahme als dagegen. In diesen Fällen haben sich Eltern und Lehrer gewiss Mühe gegeben, die Kinder rechts zu gewöhnen — aber umsonst.

Es ist anzunehmen, dass es sich dabei um angeborne Umkehrung der Ernährungsverhältnisse handelt, ähnlich wie sie im Groben in einer vollkommenen Umlagerung des situs viscerum vorkommt. Ich weiss nicht, ob darauf geachtet worden ist, inwieweit solche Leute z. B. die Linksschläger unter den Studenten vielleicht diese Umlagerung aufweisen. Es wäre aber eine dankenswerthe Aufgabe, nachzuforschen, ob sich nicht irgendwelche greifbare anatomische Verhältnisse je für die Besonderheit der Gewohnheit bei ihnen feststellen lassen.

Trotz dieser Ansicht von der Bedeutung der Organisation für die Bevorzugung des rechten Arms bin ich der Meinung, dass die Geschicklichkeit und die Kraft desselben, bezw. der rechten Hand,

theilweise auf Gebrauch zurückzuführen sind: Martins, der Herausgeber von Lamarck's „zoologischer Philosophie," will dies ausschliesslich thun. Er hebt hervor, dass in Folge des stärkeren Gebrauchs der rechte Arm dicker, schwerer und alle seine Theile, Knochen, Muskeln, Nerven, Adern stärker als die der entgegengesetzten Seite seien. Und er fügt hinzu[1]): Der holländische Naturforscher L. Harting habe festgestellt, dass die Verschiedenheiten schon beim neugeborenen Kinde vorhanden sind, welches noch keinen Gebrauch von seinen Gliedmassen gemacht hat. Daher komme, unabhängig vom Beispiel und der Erziehung, die angeborene Neigung, sich mit Vorliebe des rechten Armes zu bedienen.

Es handelt sich in der That in der Geschicklichkeit der rechten Hand gegenüber der linken um eine Reihe von angeborenen Anlagen, welche nur durch Vererbung erworbener Eigenthümlichkeiten der Muskelbewegung, also in letzter Linie der Muskulatur und der Nervenversorgung erklärt werden können.

In dieser Auffassung werde ich bestärkt durch eine andere Beobachtung. Es fiel mir auf, dass die Araber in Aegypten bei einer grossen Anzahl von Thätigkeiten die Zehen statt der Finger geschickt gebrauchen. Insbesondere fällt dies bei den dortigen Drechslern auf, welche, wenn sie Hölzer drehen, neben der Hand den Fuss geschickt benützen; dasselbe sah man kürzlich bei uns an mit Nubiern herumreisenden Dinka-Negern beim Weben. Aehnliche Geschicklichkeit wird von den Chinesen berichtet. Bei den Aegyptern spielt die grosse Zehe eine besondere Rolle. Geldstücke werden von den Bettlern zuweilen aufgehoben, indem sie dieselben, statt sie mit der Hand zu ergreifen, zwischen die grosse und die zweite Zehe einklemmen. Und die Hast, mit welcher solcher Gewinn üblicher Weise aufgenommen wird, gibt einen Begriff von der Fertigkeit, welche den Zehen dabei eigen sein muss. Die Geschick-

---

1) a. a. O. Biographische Einleitung S. XXXV.

lichkeit aber, mit welcher schon junge Knaben die Zehen in solcher Weise benützen, lässt wieder auf etwas Angeborenes schliessen.

Uebrigens kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die Mangelhaftigkeit unserer Zehenbildung und ihre Ungeschicklichkeit auf Rückbildung zurückzuführen ist, und da beides vererbt sein muss, so liefern eben unsere Zehen ein Beispiel der durch Nichtgebrauch erworbenen vererbten Eigenschaften, welche ich im nächstfolgenden Kapitel unter der Ueberschrift „Verkümmerte Organe" behandeln werde, und spricht umgekehrt diese Rückbildung dafür, dass auch Kräftigung und Geschicklichkeit in der That vererbt werden. Diese Rückbildung bezw. Verkümmerung wird aber bei uns, die wir Schuhe tragen, eine etwas grössere sein als bei den barfuss gehenden Arabern, und so werden diese zur Hantirung mit den Zehen von Geburt an eher geeignet sein als wir. Indessen ist bekannt, dass auch unsere Säuglinge noch mit den Zehen Greifbewegungen machen!

Lamarck will u. A. die Entstehung des langen Körpers der Schlangen durch die Anstrengung erklären, welche sie machen, um sich durch enge Schlupfwinkel durchzudrängen. Nach Vorstehendem würde ich gar keinen Anstand nehmen, in gewissen Fällen dieser Anstrengung eines Thieres, irgend ein Organ zu einem bestimmten Zweck zu verlängern, die Wirkung einer sich vererbenden Umbildung zuzugestehen, aber die Lamarck'schen Ansichten über die Wirkung des Gebrauchs sind gerade deshalb so viel verpönt worden, weil, wie auch sonst, die von ihm beigebrachten Beispiele nicht beweisend sind. Dass der lange Körper einer Schlange auf solche Weise entstanden sein sollte, erscheint mir undenkbar.

Aber ein grosses Räthsel giebt die Entstehung des langen Körpers kriechender Wirbelthiere in der That auf.

Nicht nur Schlangen, auch Blindschleichen, Blindwühler und andere Thiere haben Hand in Hand mit der Verkümmerung

der Gliedmaassen und mit der Ausbildung kriechender Lebensweise den wurmähnlichen Körper erlangt. Wäre dieser durch immer und immer wiederholtes Verlängern entstanden zu denken, ähnlich so wie man eine Saite oder einen Kautschukschlauch durch fortgesetztes Dehnen schliesslich länger machen kann, so wäre die Lamarck'sche Erklärung nicht so rundweg von der Hand zu weisen. Allein in allen diesen Fällen ist die Verlängerung auf eine Vermehrung der Wirbel zurückzuführen, zuweilen sogar auf eine ungemein grosse.

Der ausschliessliche Darwinismus wird sich damit begnügen, diese Körperverlängerung als Anpassung durch Auslese zu erklären.

In der That wird dieselbe der rascheren Bewegung dienen, also den Thieren, welche sie erlangt haben, einen Vortheil im Kampf ums Dasein bieten. Allein der Darwinismus lässt uns gänzlich ohne Antwort darauf, warum, aus welchen Gründen, die Zahl der Wirbel vermehrt worden ist.

Offenbar steht die Körperverlängerung im Zusammenhang mit dem Schwund der Gliedmassen. Die Schlangen z. B. sind unzweifelhaft aus eidechsenähnlichen Thieren hervorgegangen, ebenso wie die Blindschleichen. Der lange Schwanz der Eidechsen aber deutet wohl darauf hin, dass diese selbst von Thieren abstammen, deren Körper langgestreckt, wurmähnlich, aus vielen gleichwerthigen Gliedern, Folgestücken (Metameren) zusammengesetzt war, viele „Wirbel" hatte. Ihre Schwanzwirbel sind, je weiter nach hinten, um so mehr verkümmert. Somit kann man wohl umgekehrt schliessen, dass mit dem Grade der Ausbildung von Gliedmassen die Wirbelsäule im Ganzen verkürzt worden ist — auch bei anderen Wirbelthieren, es sei denn, dass der Schwanz eine besondere Aufgabe erhalten hat, wie z. B. bei Känguruh's, Affen u. a. Bildeten sich nun die Gliedmassen wieder zurück, begann der Körper wieder schlängelnde, kriechende Bewegung, so konnte der ursprüngliche Zustand desselben allmählich wieder zurückkehren. War die Verkürzung entstanden gewesen durch Nichtgebrauch und Verkümmerung, begünstigt durch Auslese, so begünstigt jetzt die

Auslese umgekehrt das Längerwerden des Körpers, seine Rückkehr in den früheren Zustand, welche unmittelbar aber auf Grund dessen erfolgt, dass die ursprüngliche Wachsthumsthätigkeit unbeschränkt wieder ihr Ziel erreichen oder sogar über die ursprüngliche Grenze hinaus sich geltend machen kann.

Die Verlängerung des Körpers der kriechenden Wirbelthiere erscheint so wunderbar, dass sie zu einer Erklärung ihrer letzten Ursachen förmlich herausfordert. Ich kann aber zu keinem anderen Schluss kommen, als zu dem, dass in der That ungehindertes, bezw. begünstigtes physiologisches Wachsen dabei eine Hauptrolle spielen muss, während Uebung (Gewohnheit) und Auslese nur begünstigend wirken. Die Uebung wird insofern wesentlich sein, als sie den Zufluss der Säfte derart durch den ganzen Körper bedingt, dass dessen Wachsen bis zu bestimmter Grenze ermöglicht wird, während z. B. in der Echse der Schwanz benachtheiligt ist.

Die Schlangen haben bis 300 Rückenwirbel, die Saurier 15 bis 100. Die Länge des Halses der Giraffe beruht nur auf Verlängerung der einzelnen Halswirbel, die der Vögel zum Theil ebenso, zum Theil auf einer Vermehrung der Wirbel. Der Schwan hat 23 Halswirbel, die übrigen Blätterschnäbler (Lamellirostres) und die Störche bis 17, die Singvögel 10 bis 14, die Laufvögel (Cursores) 15—18, der Kormoran (Carbo) 18, der Steissfuss (Podiceps) 19.

Da also ganz lange Hälse verschieden gebildet sind, sogar bei nahe verwandten Formen, da dagegen kurze oft zusammengesezt sind wie lange, so kann „Anstrengung“ für die Entstehung der ersteren schon aus diesem Grunde nicht massgebend gewesen sein, ebenso wenig aber rein die Auslese, vielmehr muss in erster Linie massgebend gewesen sein eine bestimmte Gesetzmässigkeit des Wachsthums, welche wiederum von für jede besondere Gruppe eigenartigen Vorgängen im Leben ihrer Vorfahren beeinflusst worden sein muss.

Ferner findet die von mir ausgesprochene Ansicht, dass das Schwinden der Gliedmassen physiologisch, nämlich correlativ, von

Bedeutung für die Rückkehr des Körpers in den ursprünglichen Zustand sei, dass es zur Rückkehr der ursprünglichen Wachsthumsrichtung desselben Veranlassung geben konnte, eine Stütze in der Ueberlegung, welche Menge von Stoffen die Ausbildung und Erhaltung der Gliedmassen dem übrigen Körper entziehen musste und fortgesetzt entziehen muss, und dass diese Stoffe mit der Verkümmerung der Gliedmassen wieder zur Verwendung des ersteren kamen. Da zugleich der bis dahin verkümmerte Schwanz wieder anfing gebraucht zu werden, war mehrfache Veranlassung zur Entstehung der Schlangenform gegeben.

Noch ein anderes von Lamarck zum Beweis der Bedeutung des Gebrauchs für die Entstehung neuer Eigenschaften gegebenes Beispiel möchte ich hier anführen, indem ich es in meinem Sinne verwerthe.

Lamarck sagt von den Wiederkäuern, bezüglich der Entstehung ihrer Hörner und Geweihe: „Bei ihren Zorneswallungen, die hauptsächlich bei den Männchen häufig sind, lenkt ihr inneres Gefühl durch seine Anstrengungen die Fluida stärker auf diesen Theil des Kopfes (die Stirne) hin und es geschieht hier bei den einen eine Absonderung von Hornsubstanz, bei den anderen eine Abscheidung von Knochensubstanz vermischt mit Hornsubstanz, wodurch feste Fortsätze gebildet werden; daher die Hörner und Geweihe.“

Kurz vorher berichtet er, dass die Wiederkäuer sich durch Stossen mit der Stirne bekämpfen, kommt aber nicht darauf, darin den Reiz für die Bildung von Horn und Geweih zu suchen.

Ich bin der Ansicht, dass in der That die ersten Anfänge der Bildung der Stirnzapfen bei den Hohlhörnern (Cavicorniern) und die Anfänge der Bildung des Geweihes bei den Hirschartigen (Cerviden) auf diesen Reiz zurückzuführen sind. Durch Vererbung einer einfachen Anschwellung jederseits auf dem Stirnbein, durch fortgesetzte Vererbung und Verstärkung derselben in Folge von

immer wiederholtem Reiz entstanden die Stirnzapfen und bei den Hirschartigen auch die Geweihe. Letztere bieten in der für jede Art eigenartigen Formgestaltung und in der mit jedem Jahr bis zu gewisser Grenze zunehmenden gesetzmässigen Ausbildung und Vervollkommnung ausserdem eines der schönsten Beispiele für meine Auffassung vom organischen Wachsen im Thierreiche dar. Denn wenn auch Auslese bei jener Ausbildung mit im Spiele ist, so kann sie doch unmöglich die jeder Art eigenthümliche Gestaltung von vornherein im Auge gehabt und ohne Weiteres zuwege gebracht haben. Dass dieselbe vielmehr in letzter Linie in gesetzmässigen Wachsthumsvorgängen ihren Ursprung hat, dafür möchte ein Vorkommniss am Rehgeweih sprechen, welches für meine Auffassung überhaupt von besonderer Wichtigkeit ist.

Das Rehgeweih ist bekanntlich auf seiner Oberfläche, nachdem es gefegt ist, durch Erhabenheiten ausgezeichnet, welche man Perlen nennt. Es zeigen nun die Rehgehörne sehr häufig inwendig an der Hauptstange, beim Sechser zwischen dem untersten Spross und der Rose, eine auffallend lange Perle. Es ist diese Bildung offenbar der Anfang einer neuen, erst in Enstehung begriffenen Sprosse, denn sie wird zuweilen bis einen Zoll lang und erscheint dann vollkommen als eine neue solche Sprosse, kann auch „jagdmässig als solche gezählt werden“ [1]).

Damit haben wir also ein Beispiel für Entstehung eines neuen Organtheils durch einfaches Wachsen.

Zahllose Organe des thierischen Körpers können so ihre Ausbildung nur allmählich erworben und vererbt haben, zuweilen unter gleichzeitiger Rückbildung. Man denke nur an die Gliedmassen der Huf- und anderer Thiere: der Fuss der Einhufer, der Strausse, der Hinterfuss der Känguruh's beruht in seiner rückgebildeten und wieder

1) Vergl, J. H. Blasius, Naturgeschichte der Säugethiere Deutschlands 1857. S. 464.

fortgeschrittenen Gestaltung doch nur auf vererbter Erwerbung auf Grund der Anpassung an dasselbe physiologische Bedürfniss, d. i. Vereinfachung der Zahl und Verstärkung eines oder weniger übriggebliebener Zehen zum Zweck grösserer Festigkeit und rascheren Fortkommens auf hartem Boden — im Gegensatz z. B. zu dem fünfzehigen Elephantenfuss, welcher mehr das Einsinken verhütet.

Die gegenwärtig leider fast ganz ausser Gebrauch gekommene Behandlung der vergleichenden Anatomie, insbesondere der Skeletlehre von diesem physiologischen Gesichtspunkt aus gewährt ganz besondere Reize und gibt überall Anhaltspunkte für meine Auffassung. Am wichtigsten sind in dieser Beziehung die sogenannten „analogen Organe", d. i. Organe, welche, obschon sie ganz verschiedenen, nicht unmittelbar blutsverwandten Thieren angehören ganz ähnlich gestaltet sind, weil sie demselben Zwecke dienen — so eben die Aehnlichkeit in der Bildung der Gliedmaassen bei den vorhin genannten, die Entstehung eines Brustbeinkammes zum Ansatz der Brustmuskeln bei fliegenden und grabenden Thieren, bei Vögeln, Fledermäusen und beim Maulwurf u. s. w.

Wiederholt lässt sich in solchen Fällen bestimmt auf die zukünftige Gestaltung von Organen schliessen, welche heute erst in der Umbildung begriffen sind und soeben hat mein Freund Wiedersheim in einer sehr hübschen Schrift[1]) für den Menschen auf einige Thatsachen aufmerksam gemacht, welche die zukünftige Umgestaltung seines Körpers, vorausgesetzt, dass die bestehenden Ursachen fortdauern, anzeigen. So sind beim Menschen gewisse Muskeln in Zunahme begriffen, nämlich die Beuger des Daumens und die musculi glutaei, im Gesicht rückt die mimische Muskulatur nach aufwärts, der Beckengürtel rückt mehr nach aufwärts, die Darmbeine treten mehr auseinander — dies Alles, ganz abgesehen von den durch Nichtgebrauch in Verkümmerung begriffenen

---

1) R. Wiedersheim, der Bau des Menschen als Zeugniss für seine Vergangenheit, Freiburg i. B. 1887.

Organen, welche in noch viel höherem Masse auf die Gestaltung des Menschen in der Zukunft hinweisen.

Es ist klar, dass fortschreitende geistige Ausbildung ebenso allmählich die Zunahme der Grösse des Hirnschädels gegenüber dem Gesichtstheil des Kopfskeletes auf Grund der Vergrösserung des Gehirns beim Menschen wird bewirkt haben, so dass derselbe darin jetzt eine so hervorragende Stellung einnimmt. Aber es scheint, dass für weitere Zunahme des Hirnschädels bei am höchsten stehenden Menschenrassen in der Zukunft dadurch gesorgt ist, dass, wie Gratiolet schon hervorgehoben hat, bei letzteren im Gegensatz zu den tiefer stehenden Rassen das Verwachsen der Nähte der Hirnkapsel von hinten nach vorn vor sich geht, wodurch eine grössere Ausbildung der die Intelligenz bedingenden Stirnlappen ermöglicht ist: bezw. es wird umgekehrt das starke Wachsen der Stirnlappen diesen Vorgang veranlasst haben. Bei den niederen Menschenrassen erfolgt das Verwachsen der Hirnnäthe von vorn nach hinten, wie bei den Affen [1]).

Ich unterlasse es, hier auch noch näher die Bedeutung der Vererbung von Eigenschaften in bestimmten Lebensaltern hervorzuheben, welche entschieden vielfach auf Erwerbung beruhen und welche zur Umänderung der Organismenwelt beitragen müssen, nämlich die Thatsache der Vererbung von Eigenschaften der Eltern auf die Kinder in der Weise, dass dieselben in einem Alter an den letzteren auftreten, in welchem sie bei den ersteren auch vorhanden sind. Man hat diese Art der Vererbung auch homochrone Vererbung genannt; sie versteht sich nach dem Gesetz der Correlation von selbst. So können die die Geschlechtsreife begleitenden Eigenschaften eben nur nach vollendeter Geschlechtsreife erscheinen. Es gehören hierher aber viele Eigenschaf-

1) Vergl. Wiedersheim am angeführten Orte.

ten, welche durch Gebrauch und Gewohnheit erworben sind, so auch die im Folgenden zu behandelnde, schon von Darwin erwähnte Thatsache, dass die Schriftzüge des Vaters, wenn sie sich beim Sohne wiederfinden, erst in reiferem Alter sich zeigen.

Wegen des Gegensatzes, in welchem sie zu dieser homochronen Vererbung steht, möchte ich hier aber eine Erfahrung erwähnen, die zugleich die Bedeutung des augenblicklichen Zustandes des Gesammtorganismus bei der Zeugung auf den Keim beweist.

Ich beobachtete, dass von sehr alten Eltern, besonders aber von alten Vätern (männliche Präponderanz) erzeugte Kinder in früher Jugend — als Kinder — auffallend alte Gesichtszüge haben.

Ich habe wiederholt die Probe auf die Richtigkeit dieser Beobachtung gegenüber Dritten gemacht und darf dieselbe als unzweifelhaft hinstellen.

Man darf ja wohl auch den alten Gesichtsausdruck eine durch Gebrauch erworbene Eigenschaft nennen!

Im Folgendem will ich nur noch einige wenige Beispiele für Vererbung durch Gebrauch erworbener Eigenschaften anführen, welche sich auf Lebensgewohnheit, auf Zucht und auf geistige Eigenschaften beziehen, wenngleich ich letzteren, vorab dem Instinkt, später noch eine besondere Betrachtung werde widmen müssen.

Ist es denn nicht eine wesentlich mit durch bessere Ernährung überhaupt durch die Verhältnisse des Hausthierlebens erzielte Eigenschaft, dass unsere Hühner fast das ganze Jahr hindurch Eier legen, unsere Kühe ebenso Milch geben? Wie anders ist es zu erklären, dass unsere Hühner, Enten und auch die Gänse das Flugvermögen fast vollständig eingebüsst haben, abgesehen von den theilweise ziemlich bedeutenden Abweichungen des Baues, z. B. des Skeletes, welche fast alle unsere Hausthiere gegenüber ihren wilden Stammeltern erlitten haben und welche ihnen in keiner Weise von Nutzen sein können?

Weismann hebt zum Beweis gegen die Vererbung erworbener Eigenschaften die Thatsache hervor, dass die articulirte Sprache und die Kunst des Klavierspielens sich nicht vererben, sondern nur die Anlage dazu. Beides sind aber doch offenbar nicht erworbene „Eigenschaften“ des Organismus, sondern nur erlernte Kunstfertigkeiten — aber es hat sich vererbt die nothwendig allmählich erworbene Eigenschaft des Tonfalles der Stimme, ja der Stimme überhaupt und die erworbene und vererbte Fähigkeit, bestimmte Töne aufzunehmen und sie in bestimmter Reihenfolge melodisch zu finden.

Nicht minder haben sich vererbt die an der Hand der Kultur oder geradezu durch Zucht (Dressur) erworbenen Eigenschaften verschiedener Hausthiere, z. B. unserer Hunderassen — wer das bezweifeln wollte, der müsste niemals das Verhalten eines jungen, undressirten Hühnerhundes gegenüber dem Wild, das er nie zuvor gesehen hat, beobachtet haben — entgegen dem Verhalten z. B. eines ebensolchen Scheerenschleifers.

Hiezu ein Beispiel. Schon vor Jahren war ich überrascht, wie ein in meinem Besitz befindlicher Hühnerhund, der noch niemals Hühner gesehen hatte, nie dazu angeleitet worden war solche zu stellen, eine Kette Hühner vollkommen regelrecht, regungslos, mit vorgestrecktem Kopf, aufgehobener Vorderpfote und starr aufgerichteter Ruthe stellte. Ganz dasselbe ist mir vor wenigen Tagen mit einem jetzt 5 Monate alten Hühnerhund begegnet, welchen ich von einem Vetter, Oberförster im Taunus, geschenkt erhalten habe, der mich versichert, dass auch dieser Hund noch niemals Hühner vor die Nase bekommen hatte. Beide Hunde sind von ausgezeichneter Rasse. Es gibt solche Hühnerhunde ausgezeichneter Rasse, welche gar keine Dressur brauchen, sondern welche die ihren Voreltern anerzogenen Eigenschaften fast voll und ganz ererbt haben, so dass nur kleine Nachhülfe, wie sie der unmittelbare Gehorsam überhaupt verlangt, nothwendig ist, um sie den vortrefflichst dressirten Vorstehhunden an die Seite

zu stellen. Man versuche das mit einem Scheerenschleifer oder mit einem Spitzer- oder Metzgerhund!

Einst nahm ich einen etwa zwei Wochen alten Hund aus dem Schwarzwald mit nach Hause und erzog ihn. Er entwickelte sich zu einem sogenannten Wildbodenhund, welche in Gestalt und Grösse zwischen Dachshunden und Hühnerhunden — näher jenen als diesen — stehen und welche im Gebirge dazu gebraucht werden, das Wild dem Jäger bellend zuzuhetzen. Mein Wildbodenhund fing, ohne je auf die Jagd geführt worden zu sein, als er erwachsen war, das Hetzen auf eigene Faust in der Nähe meines frei gelegenen Wohnhauses an und dehnte es täglich, trotz aller Bestrafung, weiter und weiter aus. Zuletzt lief er des Morgens fort und kam schweissbedeckt und ermattet erst am Abend wieder. Ich musste ihn weggeben, aber man konnte ihn seiner Leidenschaft wegen nirgends gebrauchen und er rannte schliesslich buchstäblich in's Verderben indem er als Versuchsthier auf dem Secirtische eines Laboratoriums der Universität endete.

Und soeben, während ich dieses schreibe, höre ich den Hund eines Nachbarn, welcher diesem jung als Dachshund verkauft worden ist. Er ist aber ein halber Wildbodenhund und hat die Gewohnheit, stundenlang des Tages unaufhörlich bellend, mit gesenktem Kopf, die Nase auf den Boden gerichtet, als spürte er nach Wild, in der Nachbarschaft durch Gärten und Höfe wie verrückt umherzurennen. Er hat, gemäss seiner Abstammung, noch einen Theil der Eigenschaften des Wildbodenhundes beibehalten und übt sie aus, ohne sie weiter zu verwerthen als darin, dass er in der Stellung der Wildbodenhunde und bellend wie diese umherläuft nicht wissend warum, getrieben durch den Mechanismus der Hirnzellen, welchen er von seinen Voreltern ererbt und welchen diese selbst erworben haben — gleich einer aufgezogenen Uhr — aus „Instinkt".

Wer auf dem Boden der Entwicklungslehre steht, sucht vergebens nach einer anderen Erklärung des Instinkts als die ist,

welche ihn als „ererbte Gewohnheit“ auffasst. Die „automatischen Thätigkeiten“, d. i. diejenigen, welche wir unwillkürlich ausüben, ohne uns dessen bewusst zu werden, obgleich sie ursprünglich mit Bewusstsein geübt und sogar erlernt sind, rücken uns das Verständniss dieser ererbten Gewohnheit nach eigener Erfahrung näher: Wir handeln automatisch in Folge von Gewohnheit. Vererbt sich solche Gewohnheit, so sprechen wir von instinktiver Thätigkeit, von Instinkt. Ein schönes Beispiel für die Entstehung des Instinkts gibt eben das beschriebene Verhalten meiner jungen Hühnerhunde. Nicht nur das körperliche, auch das geistige Leben von Generationen zeigt sich dadurch als im Zusammenhang stehend. Solche geistige Vererbung erworbener Eigenschaft ist nach meiner Auffassung hochbedeutend für das Staatenleben der Thiere und für dessen Verständniss [1]). Dass alle „Kunsttriebe“, soweit nicht Verstand und Vernunft, also Ueberlegung im gegebenen Augenblick dabei thätig sind, nur so erklärt werden können, ist selbstverständlich.

Ohne solche Vererbung durch Gebrauch ausgebildeter Eigenschaften wäre weder der Instinkt erklärbar, noch irgend höhere geistige Entwicklung. Nicht nur in ihrer Körperbeschaffenheit, in ihrer Neigung zu gewissen Krankheiten, in ihren Körperbewegungen, sondern in ihrem ganzen geistigen Wesen zeigen die Nationen, die Rassen, welche doch von gemeinsamen Voreltern abstammen müssen, zeigen z. B. die Juden ganz besondere Eigenschaften, welche einmal von den Voreltern *erworben* worden sein müssen. Was von diesen Eigenschaften auf Nachahmung von Geschlecht zu Geschlecht zurückzuführen ist, kann leicht ausgeschieden werden, aber nur auf kurze Zeit, denn auch Nachahmung vererbt sich, wird zur ständigen Erwerbung.

Ein Beispiel von Vererbung erworbener Eigenschaften auf Grund der Gewöhnung ist auch dies, dass *die Söhne oft die Schrift-*

---

1) Man vergleiche dazu meine Rede „Ueber den Begriff des thierischen Individuum“.

züge des Vaters üben, ohne dass sie dieselben nachahmten. Ich kann mich selbst zur Bestätigung dieses Satzes anführen. Weil ich sehr früh von Hause wegkam, war ich an sich wenig zu solcher Nachahmung veranlasst, auch hat sich die Aehnlichkeit meiner Schrift mit derjenigen meines Vaters erst in späteren Jahren und zwar, wie ich versichern kann, ganz von selbst herausgebildet. Und die Ursache solcher Vererbung liegt doch jedenfalls wesentlich in der Vererbung von Eigenschaften der Finger, ihrer Muskulatur und ihrer darauf beruhenden ererbten Eigenthümlichkeit sich zu stellen und zu bewegen, abgesehen davon, dass gewisse Charaktereigenthümlichkeiten in der Schrift ihren Ausdruck finden. Aber der Charakter einer erworbenen Eigenschaft wird eben auch vererbt.

Ohne dem lächerlichen Grade der Deutung des Charakters durch die Schriftzeichen, wie sie in abnahmebedürftigen, auf die Eitelkeit der Menschen rechnenden Zeitschriften geübt wird, zur Berechtigung verhelfen zu wollen, möchte ich doch die schon oft ausgeprochene Ansicht theilen, dass im Allgemeinen eine kräftige, grosse Züge aufweisende Schrift in der That für Kraft und für Freimuth spricht, eine kleine, zimperliche für wenig offene, listige, kleine Mittel und Umwege benützende Natur.

Noch einmal möchte ich hier auf die schon früher berührte Frage zurückkommen, warum die meisten Hunde den Schwanz hoch tragen, ihre Stammeltern, die Wölfe und Schakale, nicht. Nur die den Stammeltern noch am nächsten stehenden Hunde, wie die Schakalhunde des Orients und unsere, dem Wolf nahe stehenden Schäferhunde tragen den Schwanz gesenkt wie Wolf und Schakal. Es handelt sich in dem Hochtragen des Schwanzes von Seiten des Haushundes offenbar um eine erwor- und vererbte Eigenschaft und zwar um eine solche, bei welcher Auslese nicht in Betracht kommen kann. Es ist schwer, die Ursache dieser Umänderung festzustellen. Es scheint mir aber angenommen werden zu dürfen, dass dieselbe einen psychischen Hintergrund habe. Bekanntlich lässt der Hund bei Furcht vor Strafe

und überhaupt in seelisch gedrücktem Zustande den Schwanz sinken, ja er zieht ihn, auskneifend, zwischen die Beine, hebt ihn dagegen im Gefühl der Sicherheit, des Stolzes und des Sieges. Sollte nun nicht eben das Gefühl der Sicherheit, welches der Hund als Hausthier gegenüber seinen Vorfahren fast immer besitzt, dazu geführt haben, dass er beständig den Schwanz hochträgt? Ich weiss allerdings nicht, wie die Wölfe und Schakale die Ruthe im Zustand besonderer Freude tragen — ob sie dieselbe dann vielleicht etwas heben. Vom Fuchse aber ist, scheinbar im Gegensatz zu meiner Auffassung, bekannt, dass er die Standarte auf der Flucht hochhebt, aber dies kann gerade ein Ausdruck des Gefühls der geistigen Kraft sein, dessen dieses Thier sich bewusst ist, oder es ist nur Folge hochgradiger Erregung, in welcher auch Hunde, z. B. beim Kampf, und der Hühnerhund im Augenblick des Stehens vor dem Wilde die Ruthe heben.

Ein Beispiel, ähnlich dem von der Entstehung der Geweihe möchte ich hier noch anfügen. Es scheint mir, dass die Kämme und Hautlappen unserer Haushühner auf ähnliche Ursachen zurückzuführen sind. Die Stammeltern derselben in Indien (Gallus bankiva) haben dieselben nur in schwacher Entwicklung. Es ist jedem Hühnerzüchter bekannt, in welchem Masse unsere Haushühner sich besonders in geschlossenen Hühnerhöfen, bekämpfen, indem sie sich auf den Kopf und an den Kämmen beissen, abgesehen von derselben Uebung des Hahnes beim Betreten. Im freien Leben werden die Hennen Mittel und Wege finden sich auszuweichen, und es scheint mir nahe zu liegen, die hervorragende Ausbildung der Kämme unserer Haushühner, abgesehen von etwa zugleich in Betracht kommender Züchtungsauslese, auf den erwähnten ständigen äusseren Reiz zurückzuführen, in diesem Reiz die Ursachen jener höheren Ausbildung zu finden. Die l e t z t e n Ursachen der Anfänge der Bildung können allerdings bei den Hühnervögeln, wie bei den Geweih und Hörner tragenden Wiederkäuern auf rein physiologischen Wachsthumserscheinungen innerer Art beruhen.

Vererbung von Verletzungen und Krankheiten.

Weismann spricht sich über erworbene Eigenschaften folgendermaassen aus[1]: „erworbene Eigenschaften sind nach allgemeiner Annahme solche, welche infolge äusserer Einwirkung auf den Organismus entstehen, im Gegensatz zu solchen, welche aus der Beschaffenheit des Keimes hervorgehen." Dagegen möchte nach meiner Auffassung bemerkt werden, dass auch der Keim Eigenschaften erwerben und vererben kann und dass er sogar stets von dem Zustand des Körpers beeinflusst ist. Wie viel Weismann in dieser Beziehung zugiebt, soll alsbald behandelt werden.

Die während des Einzellebens erworbenen Eigenschaften bezeichnet Weismann auch als passante, weil sie seiner Ansicht nach nicht vererbt werden können, „denn es ist offenbar eine Konsequenz der Theorie von der Kontinuität des Keimplasmas, dass Charaktere nur insoweit vererbt werden können, als ihre Anlage im Keimplasma schon gegeben war, dass aber Veränderungen, welche an dem bereits gebildeten Körper in Folge äusserer Einwirkungen auftreten, auf den Organismus beschränkt bleiben müssen, in welchem sie entstanden sind. So muss es sich mit Verstümmelungen verhalten, so mit den Resultaten der Uebung oder des Nichtgebrauchs eines Körpertheils".

„Wenn dies nun richtig ist, so fällt damit nicht nur der ganze Lamarckismus, d. h. jene Ansicht, welche die Umwandlung der Arten vom direkten Einfluss der Lebensbedingungen, hauptsächlich vom gesteigerten oder geminderten Gebrauch einzelner Theile ableitet, sondern es erhebt sich auch die Forderung einer neuen Begründung des einen Faktors der Selektion, der Variabilität. Denn die Variabilität leitete man bisher eben von den wechselnden

---

1) Biolog. Centralblatt a. a. O.

Einflüssen her, welche jeden Organismus unausgesetzt treffen. Wenn aber alle die Einflüsse, welche den Körper individuell verschieden machen können, nur passante, nicht vererbbare sind, so entsteht auf diese Weise also nicht das Material an individuellen Variationen, mit welchem Selektion arbeiten kann".

Diese Ausführung ergibt vollständigen Gegensatz zu meinen Ansichten.

Weiterhin gibt aber Weismann doch etwas zu. Er sagt: „Wenn ich es nun aber auch für wahrscheinlich halte, dass die individuelle Variabilität nicht auf einer direkten Wirkung äusserer Einflüsse auf die Keimzellen und das in ihnen enthaltene Keimplasma beruhen kann, da — wie aus gewissen Thatsachen hervorgeht — die Molekülarstruktur des Keimplasma sehr schwer veränderbar sein muss, so sollte damit doch keineswegs gesagt werden, dass es nicht doch vielleicht durch sehr lang andauernde Einflüsse derselben Art verändert werden könne. So scheint mir die Möglichkeit nicht abzuweisen, dass lange, d. h. durch Generationen hindurch andauernde Einflüsse, wie Temperatur, Ernährungsmodus u. s. w., die die Keimzellen so gut wie jeden anderen Theil des Organismus treffen können, Veränderung in der Konstitution des Keimplasma hervorrufen können. Aber solche Einflüsse würden dann keine individuellen Variationen hervorrufen, sondern sie müssten alle Individuen der Art, welche auf einem bestimmten Gebiet wohnen, in der gleichen Weise verändern. Es ist möglich, wenn auch nicht zu erweisen, dass manche klimatische Varietäten auf diese Weise entstanden sind; vielleicht müssen noch andere Erscheinungen von Variationen auf eine Veränderung in der Struktur des Keimplasmas bezogen werden, die durch äussere Einwirkung direkt hervorgerufen wurde: wir können heute darüber noch nicht viel sagen, aber so viel darf wohl behauptet werden, dass Einflüsse, welche meist wechselnder Natur sind, bald in dieser, bald in jener Richtung erfolgen, schwerlich eine Veränderung in der Struktur des Keimplasmas hervorbringen, und dies ist der Grund, warum man

die Ursache der individuellen erblichen Unterschiede anderswo suchen muss, als in diesen wechselnden Einflüssen."

. . . . „Niemand hat bezweifelt," sagt er weiter gegen die ihm von Seiten Virchow's gemachten Einwände, „dass es eine Menge kongenitaler Missbildungen, Muttermäler und sonstiger individueller Merkmale gibt, die vererbt werden. Aber das sind eben keine erworbenen Eigenschaften in dem obigen Sinne. Gewiss müssen sie auch einmal zuerst aufgetreten sein, aber wir können nicht genau sagen, aus welcher Ursache; wir wissen nur, dass mindestens ein grosser Theil von ihnen vom Keime selbst ausgeht, somit also auf Abänderung der Keimsubstanz selbst beruhen muss" . . . .

„Wenn Virchow zeigen könnte, dass auch nur eine jener erblichen Deformitäten durch Einwirkung einer äusseren Ursache auf den bereits vorhandenen Körper (Soma) des Individuums, also nicht auf die Keimzelle entstanden wäre, dann wäre die Vererbung erworbener Eigenschaften bewiesen. Dies hat aber bis jetzt noch von Niemand bewiesen werden können, so oft es behauptet worden ist". . . . . . . Die Vererbung künstlich erzeugter Krankheiten ist nach Weismann nicht beweisend . . . . „Wenn ich nicht sehr irre", sagt er, „beruht das nicht abzuleugnende Vorkommen von Uebertragung erworbener Epilepsie auf die folgende Generation nicht auf Vererbung, sondern auf Ansteckung des Keimes, auf Uebertragung lebendiger Krankheitserreger".

Da Weismann selbst an einer anderen Stelle den Ausdruck gebraucht, es sei seine Auffassung Sache der Ueberzeugung, Beweise seien dafür nicht zu bringen, so kann derselben, wie geschehen, nur entgegengehalten werden, was von Thatsachen gegen sie spricht. Insbesondere scheint mir jene Auffassung aber insolange keine Aussicht auf Anerkennung zu haben, als es eine besondere Pathologie des Keimplasma nicht gibt, und so lange als alle Beweisgründe für die Annahme, dass auch die Physiologie der Keimzellen jener der

übrigen Körperzellen gegenüber eine so ausnahmsweise Stellung einnehme, wie sie die Weismann'sche Theorie verlangt, fehlen.

In der That scheint allerdings für Weismann vorzüglich der Umstand zu sprechen, um dessentwillen er seine Theorie aufgestellt hat: die Thatsache, dass diese Theorie die porträtähnliche Vererbung von Eigenschaften und Rückschlag erklären würde. Allein es frägt sich, ob solche Erklärung nicht auch auf andere Weise möglich ist. „Wohl wissen wir", bemerkt er in einer neuesten Schrift[1]), „dass sämmtliche körperliche und geistige Eigenschaften von den Eltern auf die Kinder übergehen können ..... aber alle diese Eigenschaften besassen die Vorfahren schon vermöge ihrer Keimesanlagen".

Welche Mittel, muss man demgegenüber fragen, haben denn aber neue Eigenschaften in der Reihe jener Vorfahren zuerst eingeführt? Durch welche Mittel sind ganz neue Eigenschaften der Lebewesen überhaupt entstanden, erzeugt worden? Die geschlechtliche Mischung konnte sie nicht erzeugen, sie konnte von jeher nur mit Gegebenem, mit Vorhandenem arbeiten.

Wenn ich Weismann recht verstehe, so soll die von den Einzelligen her vererbte Variabilität des Keimplasma diese Neuerungen geschaffen haben. Eine solche Annahme ist aber doch, wie mir scheint, eine vollkommen hypothetische. Sie steht da ohne jeden Beweis und findet wiederum ihre Stütze nur in der mit ihrer Hülfe hypothetisch möglichen Erklärung der bildähnlichen Vererbung und des Rückschlags.

Ihr gegenüber glaube ich mich auch in Beziehung auf die Vererbung von Verletzungen und Krankheiten, auf Thatsachen berufen zu können.

---

1) Ueber den Rückschritt der Natur, Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B. Bd. II. Heft I. 1886.

Dass Verletzungen, dass insbesondere lange Zeit hindurch fortgesetzte Verletzungen sich vererben können, das beweisen in meinen Augen die verkümmerten (rudimentären) Organe. Unbestreitbar beruht ihre Bildung auf Nichtgebrauch: in Folge des Nichtgebrauchs entsteht geringerer Blutzufluss, in Folge der Abnahme der Ernährung entsteht die Verkümmerung. Denken wir uns die Entstehung allmählicher Verkümmerung z. B. eines Schwanzes, wie sie bei höheren Säugethieren stattgefunden haben muss, auf diesem rein physiologischen Wege von der Spitze aus nach der Wurzel zu fortgeschritten, so haben wir einen Fall vollkommen vergleichbar dem anderen, dass durch Generationen hindurch der Schwanz an der Spitze abgehackt worden wäre, dass die Verkürzung sich vererbt hätte, dass der verkürzt erworbene Schwanz weiter künstlich verkürzt worden wäre u. s. w. Jedenfalls hat sich im letzteren Fall eine erworbene Eigenschaft auf die Nachkommen vererbt und zwar eine solche, welche in den Ursachen ihrer Entstehung einer fortgesetzten Verletzung am nächsten kommt. Grosse Zeiträume aber waren in diesem Falle nothwendig, um ein endgültiges Ergebniss zu erzielen.

Ich füge hier einige Fälle vererbter Verletzungen an, welche mir verbürgt zu sein scheinen. Herr A. Decandolle berichtet einen solchen mit der Versicherung vollkommener Wahrheit [1]). Im Jahre 1797 stürzte ein 21jähriges Mädchen aus dem Wagen und trug über dem Ohr und der linken Schläfe eine Narbe von ungefähr 5 cm davon, die haarlos blieb. 1799 verheirathet, gebar sie 1800 einen Sohn, der an derselben Stelle haarlos war und blieb. Dessen Sohn, 1836 geboren, hatte diesen Fehler nicht, wohl aber

---

1) Alphonse Decandolle, Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles, précédée et suivie d'autres études sur des sujets scientifiques en particulier sur l'hérédité et la sélection. Genéve-Bâle. H. Georg. 1885. Man vergleiche zur ganzen Frage auch: Lucas, Traité philosophique et physiologique de l'hérédité etc. Paris 1847. und E. Roth, die Thatsachen der Vererbung. Berlin 1885.

sein 1866 geborener Enkel, bei dem indessen jetzt (1884) im Alter von 18 Jahren, diese Eigenthümlichkeit im Schwinden begriffen ist.

Soeben berichtet Herr Dr. Meissen aus Falkenberg im Junihefte des „Humboldt" von 1887 folgenden selbsterlebten Fall von Vererbung einer Verletzung: „Ich hatte als 7—8jähriger Junge die Wasserpocken (Varicellen) und entsinne mich ganz genau, dass ich eine der Pocken an der rechten Schläfe aufkratzte, in Folge dessen ich eine kleine weisse Narbe an dieser Stelle beibehielt. Genau dieselbe Narbe, an die ich natürlich gar nicht mehr dachte, an genau derselben Stelle brachte nun mein jetzt 15 Monate altes Söhnchen mit zur Welt. Die Uebereinstimmung ist eine so vollkommene, dass sie jedem sofort auffällt, der die kleine Stelle sieht".

Mein Assistent Herr Dr. Vosseler erzählt, dass seiner Mutter im achtzehnten Lebensjahre der Ringfinger der rechten Hand dadurch, dass sie ihn zwischen die Thürklinke und die Thür einklemmte, zwischen dem äusseren und dem mittleren Glied derart gegen die Radialseite hin gezerrt wurde, dass er an dieser Stelle zeitlebens radialwärts geknickt und steif blieb. Herr Vosseler, der zwei Jahre später geboren wurde, hat von Jugend an dieselbe Verkrümmung desselben Fingers und ebenso ein Bruder von ihm. Die Verkrümmung war in der frühen Jugend stärker als sie es jetzt ist.

Ferner erzählt mir mein College Professor Dr. v. Säxinger: sein Schwiegervater besass ein Paar langschwänziger Hühnerhunde, welches schon einmal langschwänzige Junge geworfen hatte; um kurzschwänzige Junge zu erzielen, liess er beiden Alten die Ruthen verkürzen: die Hündin warf von da an wiederholt nur kurzschwänzige Junge. Da die sorgfältigste Aufsicht den Eltern gegenüber geübt worden war, so lassen sich gegen den Fall, der übrigens bei Hundezüchtern ganz selbstverständlich zu sein scheint, keine Einwände erheben.

Brown-Séquard[1]) hat bekanntlich gezeigt, dass sich Epilepsie bei den Nachkommen von Meerschweinchen vererbt, bei

1) Compt. rend. Bd. 94. S. 697. Paris 1882.

welchen dieselbe durch Zerschneiden des Hüftnerven oder eines Theiles des Rückenmarks hervorgerufen war. Ebenso vererbt sich eine eigenthümliche Veränderung in der Ohrform oder eine theilweise Verschliessung der Augenlider bei Nachkommen der Thiere, bei welchen diese Veränderung durch Durchschneiden des Sympathicus erzeugt wurde. Drittens wurde Exophthalmie vererbt von Meerschweinchen, bei welchem dieses Hervortreten des Auges nach einer Verletzung des Rückenmarkes stattgefunden hatte, ebenso Ekchymose und trockenes Gangrän sowie andere Ernährungsstörrungen am Ohre, deren Grund bei den Eltern eine Verletzung des corpus restiforme war. Fünftens Verlust einzelner Phalangen oder ganzer Zehen der Hinterfüsse, welche bei den Eltern gelegentlich Zerschneidung des Hüftnerven verloren gegangen waren. Sechstens krankhafter Zustand des Hüftnerven bei den Nachkommen von Meerschweinchen, denen dieser Nerv durchschnitten war, und Auftreten der Erscheinungen, welche Brown-Séquard als charakteristisch für die Zunahme und die Abnahme der Epilepsie beschrieben hatte. Weiter besass Brown-Séquard 40 Meerschweinchen, bei welchen ein oder beide Augen mehr oder weniger krankhaft verändert waren und welche von drei Thieren abstammten, bei denen ein Auge in Folge querer Durchschneidung des corpus restiforme krank geworden war. Endlich zeigten 20 Meerschweinchen Muskelschwund an Ober- und Unterschenkel, bei deren Eltern solcher Schwund durch Durchschneidung des Hüftnerven hervorgerufen war.

Der Versuch von Brown-Séquard betr. Vererbung des in Folge von Verletzung des Ischiadicus entstandenen Verlustes von Phalangen des Hinterfusses bei Meerschweinchen giebt mir Veranlassung zur Mittheilung eines höchst merkwürdigen Falles von Vererbung angeborener Verkürzung bezw. Verkrüppelung von Fingern, welche ich bei einem in diesem Sommer hier studirenden jungen Mann beobachtet habe.

Herr stud. jur. . . . . . aus Berlin, 20 Jahre alt, von übrigens

vollkommen normalem Körperbau, fiel mir bei einer zufälligen Begegnung in hohem Grade auf durch die bedeutende Verkürzung des zweiten und dritten Fingers beider Hände. Derselbe hatte die Güte sich mir zu genauerer Untersuchung zur Verfügung zu stellen.

Das Ergebniss dieser Untersuchung und die Art der Vererbung sind so merkwürdig, dass ihnen nicht leicht ein anderer Fall wird an die Seite gestellt werden können. In Beziehung auf letztere schicke ich voraus, dass nach der Angabe des Herrn ..... dessen Mutter und von seinen 3 Brüdern der jüngste, vierzehnjährige, ganz dieselbe Verkümmerung hat, während der älteste, 21, und der drittälteste, 16 Jahre alt, sie nicht haben. Bei jenem Bruder und der Mutter sei die Verkürzung nicht ganz so stark wie bei ihm selbst. Bei anderen Verwandten komme dieselbe nicht vor. Ueber ihre Ursachen sei ihm nichts bekannt.

Die nähere Untersuchung erweist nun, dass an beiden Händen der vierte Finger weitaus der längste ist, an der rechten der Mittelfinger, an der linken der Zeigefinger der kürzeste, so dass sich (abgesehen vom Daumen) nachfolgende Grössenfolge der Finger ergibt:

für die rechte Hand: 4, 5, 2, 3,
„ „ linke „ 4, 5, 3, 2.

Bei mir selbst ist die Grössenfolge:

rechts: 3, 2, 4, 5,
links: 3, 4, 2, 5,

im letzteren Falle ist 4 kaum länger als 2, im ersten 2 ganz wenig länger als 4.

Die Grössenfolge ist zumeist:

3, 4, 2, 5.

Genauere Messung zeigt für die Finger des Herrn ..... die Masse:

	rechte Hand:	linke Hand:
zweiter Finger	7,8 cm	7,2
dritter „	7,4 „	8,8

vierter Finger	10, 4 cm	10, 4
fünfter „	8, 7 „	8, 9,

überall gemessen vom Knöchel des Mittelhandfingergelenks bis zur Fingerspitze.

Die Verkürzung des zweiten und dritten Fingers ist an beiden Händen bedingt durch eine sehr starke Verkürzung des mittleren Fingergliedes. Dasselbe ist

	rechte Hand:	linke Hand:
am zweiten Finger	1,2 cm	1,0 cm
„ dritten „	1,6 cm	1,5 cm lang.

Die Verkürzung beträgt also gegenüber gewöhnlichen Verhältnissen das Doppelte bis Dreifache.

Verkürzt ist nun aber weiter noch das erste Glied des dritten Fingers der rechten Hand: es ist nur 3,5 cm lang, dasjenige desselben Fingers der linken Hand 5 cm.

Die Masse dieser Glieder sind übrigens im Verhältniss zur angegebenen Länge der ganzen Finger etwas zu gross, weil sie bei Beugung von Knöchel zu Knöchel genommen sind.

Aeusserlich machen die verkürzten Finger keinen verkrüppelten Eindruck, mit Ausnahme des Zeigefingers der linken Hand, dessen erstes Glied hervorragend schmächtig und der auch im Ganzen wenig kräftig ist.

Da die Verkürzung der Finger an beiden Händen ziemlich gleichartig ist, so darf kaum angenommen werden, dass es sich im vorliegenden Falle um eine von einem Vorfahren des Herrn ..... während des Lebens erworbene Verletzung handle. Wenn man an eine Selbstverstümmelung denken wollte, so erscheint diese dadurch ausgeschlossen, dass die Gesammtverkürzung auf Verkürzung der mittleren Fingerglieder beruht.

Der in Vergleich zu ziehende Versuch von Brown-Séquard lässt aber die Erwägung zu, ob die letzten Ursachen der Verkürzung bezw. Verkümmerung nicht zu suchen seien in irgend einer Krankheit, oder in einer Verletzung des Rückenmarks eines Vorfahren.

Eine andere Möglichkeit wäre die, dass der Keim irgend eines Vorfahren eine Störung oder Verletzung erlitten hat, und solche Störungen sind gewiss sehr häufig die Ursache von angeborenen Fehlern. In diesem Falle müsste aber die Störung, weil die Verkürzung der Finger eine doppelseitige ist, gerade solche Embryonalzellen betroffen haben, welche an der Bildung der Ernährungs- bezw. Innervationscentren der betreffenden Finger Antheil nehmen.

Wie liesse sich dagegen die erste Entstehung dieses rein örtlichen Körperfehlers durch geschlechtliche Mischung erklären? Ich gestehe, dass ich mir hievon keine Vorstellung machen kann, zumal da es sich nicht allein um eine etwa durch Eigenschaften von Vorfahren gesteigerte Verkürzung, sondern entschieden theilweise um eine pathologische Verkümmerung handelt.

Bekanntlich bestehen zahlreiche andere Angaben über Vererbung von Verletzungen z. B. die Vererbung des verstümmelten Schwanzes eines Stieres, die Vererbung künstlich erzeugter Hornlosigkeit von Rindvieh, beim Menschen wiederholt Vererbung der durch Verletzung entstandenen Krümmung eines Fingers, Vererbung des Mangels eines Auges, welches durch Krankheit während des Lebens des Vaters verloren gegangen war u. s. w.

Die Gegner der Vererbung erworbener Eigenschaften bezeichnen diese Angaben rundweg als unverbürgte Geschichtchen, als Anekdoten, welche jeder Beweiskraft entbehren. Die auch von Anderen (Westphal und Obersteiner) bestätigten Versuche Brown-Séquard's über Vererbung künstlich erzeugter Epilepsie bei Meerschweinchen werden durch die Erklärung bedeutungslos zu machen gesucht[1]), dass dieses „nicht abzuleugnende Vorkommen von Uebertragung erworbener Epilepsie auf die folgende Generation nicht

1) Weismann, Biolog. Centralblatt vom 15. März 1886. Westphal, Berlin. Klin. Wochenschrift 1871. Vergl. auch Obersteiner Med. Jahrbücher 1875.

auf Vererbung, sondern auf Ansteckung des Keimes, auf Uebertragung lebendiger Krankheitserreger" beruhe.

Da aber diese vererbbare Epilepsie erzeugt worden ist durch ganze oder theilweise Durchschneidung des Rückenmarks oder durch Durchtrennung des Nervus ischiadicus, wobei der einzelne epileptische Anfall einige Wochen nach der Operation durch Kneifen der Haut an den Seitentheilen des Kopfes und des Halses (epileptogene Zone) hervorgerufen werden konnte — da Westphal, welcher ausdrücklich bemerkt, mit Misstrauen an diese Versuche herangegangen zu sein, vererbbare Epilepsie bei Meerschweinchen sogar durch Hammerschläge auf den Kopf der Thiere zu erzeugen vermochte, so erscheint doch jene Annahme als eine durch nichts begründete. Indessen will auch Ziegler die Möglichkeit nicht bestreiten, dass sich an die Operation eine übertragbare Infektionskrankheit des Nervensystems angeschlossen habe, möchte die Bedeutung der Versuche Brown-Séquard's, Westphal's und Obersteiner's in Bezug auf Epilepsie aber vorzüglich dadurch entkräften, dass er die Frage stellt, ob die betreffenden Meerschweinchen nicht von vornherein krankhaft veranlagt gewesen seien, ob es sich nicht sowohl um Vererbung einer experimentell erzeugten Krankheit, als vielmehr um Erscheinung einer allgemeinen Decrepidität beim Auftreten der Epilepsie handle [1]).

Wenn thatsächlich Epilepsie durch Schlagen auf den Kopf hervorgerufen werden kann und sich vererbt, wie Westphal angibt (sie zeigte sich nach ihm bei den zwei Jungen eines epileptisch gemachten Meerschweinchens), so ist Infektion ausgeschlossen. Es frägt sich nur, ob das betreffende Thier nicht schon trächtig war, als der Versuch gemacht wurde — wenn ja, so würde er für unsere

---

1) E. Ziegler: Können erworbene pathologische Eigenschaften vererbt werden und wie entstehen erbliche Krankheiten und Missbildungen? Jena, G. Fischer 1886 (Sonderabdruck aus den „Beiträgen zur pathol. Anatomie u. Physiologie" von Ziegler und Nauwerck Bd. I).

Frage nicht voll beweisend sein. Abgesehen davon scheint auf den ersten Blick der Ziegler'sche Einwand berechtigter zu sein als der andere. Aber warum sollen die in Berlin, Wien und Paris operirten Meerschweinchen alle decrepid gewesen und warum sollen die Meerschweinchen überhaupt decrepid sein? Ihre Eigenschaft als Hausthiere ist kein Beweis hiefür, denn die Meerschweinchen sind ausschliesslich Hausthiere, sie kommen nur in der Gefangenschaft vor, man kennt nicht einmal mehr wildlebende Vorfahren von ihnen; sie werden seit Jahrtausenden wohl nur im Schutz des Menschen erzogen, denn sie wurden z. B. von den alten Peruanern und Chilenen schon gehalten und sie scheinen sich unter diesem Schutz sehr wohl zu befinden, wie insbesondere ihre fast unglaubliche Vermehrung beweist. Indessen mag die Forderung Ziegler's, die Versuche zu wiederholen berechtigt sein.

Bezüglich der anderen Versuche Brown-Séquard's und Deutschmann's[1]), erworbene und vererbte Augenaffektionen betreffend, ist Ziegler der Ansicht, dass es sich dabei meistens um infectiöse Prozesse und Entzündungen handle und dass sie daher für die Vererbungsfrage nicht beweisend seien.

Einzelne Versuche Brown-Séquards, wie der von der Vererbung einer Verkümmerung des Fusses bei Meerschweinchen nach Nervendurchschneidung, scheinen mir jedoch nicht in ihrer Bedeutung angegriffen werden zu können, es sei denn, dass man auch hier Uebertragung einer Infektion auf den Keim als Ursache annehmen wollte. Aber mit solchen rein willkürlichen Annahmen könnte man freilich Alles beweisen.

Ich wiederhole, dass ein einziger sicherer Fall von Vererbung erworbener Eigenschaften das ganze Gebäude der ausschliesslichen Vererbung durch die Keime umwirft, und es scheint mir doch, dass im Vorstehenden hinlänglich Beispiele von Vererbung von Verletzungen gegeben sind, welche diese Vererbung beweisen — ganz abgesehen

1) Deutschmann, Ueber Vererbung von erworbenen Augenaffektionen bei Kaninchen (Zehender's Klin. Monatsblätter 1880).

von der von mir vorhin versuchten Beweisführung durch das Entstehen natürlich verkümmerter Organe zu Gunsten derselben. In der That scheint mir diese letztere Beweisführung allein zur Bejahung der Frage, ob erworbene Eigenschaften und ob Verletzungen vererbt werden, zu genügen.

Uebrigens ist es selbstverständlich, dass nicht alle Verletzungen eines Körpers sich in demselben Masse vererben und weiter, dass Verletzungen bei verschiedenen Thieren verschieden leicht vererbt werden.

Es liegt die Ansicht nahe, dass es vorzüglich weit ab vom Mittelpunkte des Kreislaufs an weniger blutreichen Theilen vorkommender Verletzungen sein werden, welche sich gern vererben.

Die Frage nach der Vererbung von Verletzungen hängt ferner eng mit der über den Wiederersatz vom Körper abgetrennter Theile zusammen: je tiefer der Organismus steht, je weniger Arbeitstheilung bei ihm ausgebildet ist, um so leichter wird dieser Ersatz eintreten, um so weniger leicht werden sich auch Verletzungen vererben. Demnach ist anzunehmen, dass solche Vererbung in der höheren Thierwelt viel häufiger vorkommen wird, als in der niederen, kaum aber in der Pflanzenwelt.

Es wäre nun noch auf die Vererbung von von selbst (spontan) entstandenen Krankheiten einzugehen. Den gegnerischen Standpunkt hat mein Freund Ziegler in dieser Beziehung in der genannten Schrift und in einem Vortrag: „Ueber Vererbung erworbener pathologischer Eigenschaften und über die Entstehung vererbbarer Krankheiten und Missbildungen“ [1]) vertreten. Erstere sollen wie letztere stets durch Keimesänderungen entstehen.

Ziegler meint, so lange man annahm, dass es sich bei der Befruchtung um einen Vorgang handle, bei welchem eine Verthei-

1) Sonderabdruck aus den Verhandlungen des Kongresses für innere Medicin in Wiesbaden 1886.

lung und Auflösung der Spermasubstanz im Ei vorkomme, sei eine Uebertragung erworbener Eigenschaften denkbar gewesen und es habe Darwin durch seine „Pangenesis“ und Haeckel durch seine Theorie, dass Fortpflanzung und Vererbung auf der Uebertragung einer bestimmten Bewegungsform (Plastidulbewegung) der zeugenden Theile auf die organischen Moleküle der erzeugten Zellen beruhen, eine Erklärung für die von beiden als bewiesen betrachtete Erscheinung der Vererbung erworbener Eigenschaften zu geben vermocht. Da jedoch nach den neueren Untersuchungen die Befruchtung ein rein morphologischer Vorgang sei, sei die Vererbung erworbener Eigenschaften ausgeschlossen. Es werde aber diese Ansicht noch dadurch unterstützt, dass die Geschlechtszellen nicht Gebilde seien, die beliebig aus irgend welchen Zellen des Organismus hervorgehen könnten. Die Kerne eines Organs des ausgebildeten Organismus hätten als Erbe nur die Befähigung erhalten, mit Hülfe der Zellprotoplasmen Gewebe bestimmter Art zu bilden. Die Struktur der Geschlechtskerne müsse dagegen so beschaffen sein, dass aus den Nachkommen zweier untereinander verschmolzener Kerne sämmtliche Körperzellen eines Individuums, sowie neue Geschlechtszellen hervorgehen könnten.

Ueber die Auffassung der Fortpflanzung als rein morphologischen Vorgang habe ich mich schon ausgesprochen. Ich würde es für nicht minder berechtigt halten, das Leben überhaupt für einen morphologischen Vorgang anzusehen, denn Fortpflanzung ist ein Theil des Lebens der Organismenwelt.

Dass die Geschlechtszellen nicht nur eine, sondern die verschiedenen Arten von Gewebszellen bilden, das ist eben ihre eigenste (spezifische) Aufgabe bei den vielzelligen Thieren — wenn aber die vielzelligen Thiere aus einzelligen hervorgegangen sind, so kann dieser Unterschied kein grundsätzlicher sein und muss sich selbst im Laufe der Zeit gebildet haben — als erworbene und vererbte Eigenschaft. Da die Ursache der Ausbildung jenes Unterschiedes nur in dem Vortheil der Arbeitstheilung, auf Grund

des vorher ausgebildeten Vortheils des Koloniallebens beruhen kann, also auf physiologischen Beziehungen der Zellen des Organismus zur Aussenwelt, so muss sie wesentlich eben auf äussere Einwirkung zurückgeführt werden — ebenso wie die Anfänge der ganzen histologischen Ausbildung (Differenzirung) des Körpers, worauf ich zurückkomme.

Ziegler glaubt, dass die Ursache der Entstehung von Keimesvariationen, welche zu vererbbaren Missbildungen und zu vererbbaren Krankheiten führen, von dreierlei Art sein können: 1) Vereinigung von Geschlechtskernen, welche sich zur Kopulation nicht eignen, 2) Störung des Kopulationsvorganges selbst, 3) schädliche Einflüsse, welche die Geschlechtskerne oder das befruchtete Ei in einer Zeit treffen, in welcher eine Trennung der Geschlechtszellen von den Körperzellen noch nicht eingetreten ist. „Wird der Embryo späterhin von einer Schädlichkeit betroffen und leidet er darunter, so entsteht entweder eine Missbildung oder eine Konstitutionsanomalie, welche nicht vererbt wird, oder es werden nur die Geschlechtszellen geschädigt, die Körperzellen entwickeln sich normal und es zeigt sich eine Entwicklungsstörung erst in der nächsten Generation".

Die Vereinigung zur Kopulation ungeeigneter Geschlechtskerne sei die häufigste und wesentlichste Ursache von erblichen lokalen Missbildungen sowohl wie von vererbbaren krankhaften Dispositionen oder von Leiden irgend eines Systems des Gesammtorganismus. „Wenn in einer Familie, deren Mitglieder besondere Begabung nicht zeigen, plötzlich ein Genie auftritt, so findet das seine natürliche Erklärung darin, dass zur Verbindung besondere geeignete Geschlechtskerne zur Kopulation gekommen sind und dass das Nervensystem demzufolge eine besonders vollkommene Organisation erfahren hat". Ebenso entsteht Anlage zu Geisteskrankheiten u. A. Passen die Kerne gar nicht zusammen, so tritt Unfruchtbarkeit ein, wie bei Geschlechtskernen verschiedener Spezies.

Es handelt sich hier also um die selbstverständliche Wirkung der Kreuzung, welcher ich ja voll ihr Recht zugestehe und welche

ich in obigem Sinne schon berührt habe — es fehlt aber die Erklärung dafür, wodurch die Geschlechtszellen in letzter Linie die Fähigkeit erworben haben, zur Erzeugung eines Genie geeignet zu werden.

Die Störungen des Kopulationsvorganges selbst betreffend, so scheint, sagt Ziegler, z. B. die gleichzeitige Befruchtung eines Eies durch zwei Samenfäden Doppelmissbildung zur Folge zu haben.

Als Schädlichkeiten, welche den Geschlechtskern oder das befruchtete Ei treffen, werden von aussen aufgenommene Stoffe, wie etwa Gift, aufgeführt, welche durch das Blut in die Geschlechtszellen gebracht, und solche, welche im Körper erzeugt und auf die Geschlechtsorgane übertragen wurden. So hat es „den Anschein, als ob z. B. der Alkohol nicht nur durch Zerrüttung der Gesundheit der Eltern, sondern auch direkt schädlich auf die Geschlechtszellen einwirken könnte“.

„Ist der Organismus durch irgend ein Leiden heruntergekommen oder durch Alter geschwächt, so scheint auch eine gewisse Verschlechterung der Geschlechtszellen die Folge sein zu können, so dass kümmerliche Nachkommen aus der Kopulation hervorgehen“.

Hier wird man an mein Beispiel von der Vererbung der Zeichen des Alters erinnert. Ich will auf die Vergleichung beider Fälle, des besonderen und des allgemeinen von Ziegler angeführten, nicht näher eingehen. Schon der letztere scheint mir aber das Zugeständniss der Vererbung erworbener Eigenschaften, der Beeinflussung der Eigenschaften der Keimzellen durch die jeweilige Beschaffenheit des Gesammtkörpers einzuschliessen, das Zugeständniss nämlich, dass ein während des Lebens heruntergekommener Körperzustand, also eine erworbene Eigenschaft sich auf die Nachkommen vererbt.

Wenn ferner Alkohol durch das Blut auf den Keim wirken kann und ebenso irgend eine krankhafte Veränderung irgend eines Körpertheils und wenn solche Beeinflussungen sich vererben können, so ist die Abhängigkeit des Zustandes des Keimes von demjenigen des Gesammtkörpers und die Möglichkeit der Vererbung erworbener Eigenschaften weiter vollkommen anerkannt und es besteht ein wesentlicher Unter-

schied zwischen unserer beiderseitigen Auffassung nur noch in Worten. Auch die angenommene Bedeutung der Doppelbefruchtung für die Entstehung von Doppelmissbildungen scheint mir für die Bedeutung äusserer Einflüsse auf den Keim (bezw. auf die Nachkommen) deutlich genug zu sprechen [1]), ja nach der von mir gegebenen Darlegung von den letzten Ursachen der geschlechtlichen Mischung ist die Befruchtung überhaupt als ein Akt äusserer Einwirkung auf das Keimplasma aufzufassen, wenn auch im Sinne ursprünglicher gegenseitiger Gleichberechtigung des männlichen und des weiblichen Keimtheils. Die Ansicht, dass die Befruchtung als ein Akt solcher äusserer Einwirkung auf das Ei aufgefasst werden müsse, spricht auch Virchow in seiner Abhandlung über „Descendenz und Pathologie" aus und fügt hinzu, „in strengerem Sinne kann sie selbst als eine erworbene Veränderung der Eizelle bezeichnet werden". Ferner weist er darauf hin, dass überhaupt sehr Vieles äussere Einwirkung, causa externa, ist, was als innere Ursache, als causa interna, angesehen werden will: „Ein mehr- oder vielzelliger Organismus . . . . . pflegt bei der Variation nicht in allen seinen Theilen verändert zu werden; gewöhnlich wird nur ein Bruchtheil der Zellen Sitz der Veränderung. Auf diesen Bruchtheil oder, besser ausgedrückt, auf jede der betheiligten Zellen können auch die übrigen nicht betheiligten Zellen äussere Einwirkungen ausüben, und umgekehrt können die ursprünglich nicht betheiligten Zellen durch die betheiligten wie durch äussere Dinge beeinflusst werden. Der Begriff der causa externa gilt also nicht bloss für diejenigen Agentien, welche den Organismus von aussen her beeinflussen, sondern auch für diejenigen, welche die einzelne Zelle, sei es an der Oberfläche, sei es im Innern des Körpers, von anderen Zellen oder inneren Theilen aus treffen. Nur die

1) Man vergleiche hiezu die Arbeiten von G. Born: Beiträge zur Bastardirung zwischen den einheimischen Anurenarten, Archiv f. Physiologie Bd. 32 S. 477 und E. Pflüger u. Smith: Untersuchungen über Bastardirung der anuren Batrachier u. die Prinzipien der Zeugung, ebenda S. 558 u. 559.

sind wahrhaft innere Ursachen, welche wirklich in der Einrichtung der Zellen selbst gegeben sind." Damit ist also die Correlation zugleich in meinem Sinne als eine Erscheinung aufgefasst, welche in äusseren Einwirkungen ihre Ursachen hat. Ferner: „Wenn ein infekter Stoff an einer Stelle des Organismus erzeugt wird und auf eine andere Stelle einwirkt, so ist er für diese eben so gut eine causa externa, wie wenn er ausserhalb des Organismus erzeugt und von aussen in denselben eingeführt worden wäre."

Ich selbst habe, wie nach meiner ganzen Anschauungsweise selbstverständlich ist, den Begriff „innere Ursachen" nie anders benutzt als in dem Sinne der mit durch äussere Einflüsse entstandenen Wirkung gegebener Zusammensetzung des Körpers auf die Entwicklungsrichtung.

Die Vertreter der Lehre von der Kontinuität des Keimplasmas stellen, indem sie die Vererbung vom Körper während des Lebens erworbener Eigenschaften leugnen, dagegen die Vererbung von unmittelbar auf die Keimzellen einwirkenden Einflüssen zugestehen, eine vollkommen künstliche Grenze zwischen der Natur und den Fähigkeiten der Keimzellen vor und nach der Furchung auf, welche, abgesehen davon, dass sie durchaus hypothetisch ist, der die morphologische und physiologische Einheit der Lebewelt bekundenden Gesetzmässigkeit vollkommen widerspricht.

Ich habe die Nichtübereinstimmung der Annahme von der Nichtvererbung erworbener Eigenschaften mit derjenigen von der Einheit der Lebewelt schon früher auf anderer Grundlage nachzuweisen gesucht. Es lässt sich auch noch durch eine weitere Ueberlegung beweisen, dass die Vorstellung von grundsätzlicher Verschiedenheit der Eigenschaften der Keimzellen und der Larve, bezw. des ausgebildeten Körpers eine falsche sein muss, nämlich durch die soeben angedeutete Ueberlegung, dass die Keimzellen den

Stoff und die Fähigkeiten zur Bildung der Keimblätter und des gesammten so verschiedenen Zellenmaterials des fertigen Körpers in sich enthalten und dass eben diese Verschiedenheit ihre letzten Ursachen doch nur in äusseren Verhältnissen haben kann, also eine erworbene sein muss.

Ich will auf die Vererbung erworbener krankhafter Zustände hier nicht weiter eingehen, die Vertretung meiner Auffassung in dieser Beziehung denjenigen Fachautoritäten überlassend, welche auf meiner Seite stehen und welche sich theilweise, wie Virchow, schon im Sinne derselben ausgesprochen haben. Insbesondere verweise ich, was das Beweismaterial angeht, auf die erwähnte, auch sonst hervorragende Schrift von Roth, welche zahlreiche Beispiele zu Gunsten der pathologischen Vererbung enthält und in welcher die Vererbungsfrage überhaupt eingehend behandelt ist.

Nur über die Vererbung einer Art von Krankheiten möchte ich hier noch einige Worte anfügen: über die der Geisteskrankheiten.

Dass Geisteskrankheiten in bedeutendem Masse vererbt werden, wird nicht bestritten werden wollen.

Zu diesen vererbbaren Geisteskrankheiten gehören aber ganz unzweifelhaft solche, welche nur durch äussere Einwirkungen auf das Nervensystem, nicht etwa durch unmittelbare Veränderung des Keimes entstanden sein können.

Die Hetze des Lebens insbesondere, welche eine so wenig erquickliche Eigenthümlichkeit unserer Zeit ist, führte in gewissen Klassen der Bevölkerung zu einer Ueberreizung des Nervensystems, welche vielfach in vollendeter Geisteskrankheit sich äussert und welche — die Ueberreizung, wie die ausgesprochene Krankheit — entschieden sich vererbt. Wo die letztere anfängt, kann nicht festgesetzt werden, denn die Umgrenzung des Begriffes ist der Natur der Sache nach eine vollkommen unbestimmte. Krankheit ist schliesslich jede Ueberreizung des Nervensystems, auch wenn sie sich noch in den Bahnen des gesellschaftlich Zulässigen hält. Die Gelehrten

zumal, welche vielfach im Kampf mit ihren Nerven leben, wissen dies, soweit sie wenigstens auf allgemeinerem Boden der physiologischen Naturforschung stehen, gewiss zu beurtheilen.

Es kann aber die Frage aufgestellt werden, ob überhaupt die „Gebildeten“ unserer Zeit innerhalb weiter Kreise in Beziehung auf ihr Nervensystem noch als völlig normal aufgefasst werden dürfen und ebenso ihre Kinder, noch bevor diese angefangen haben, sich den Schädlichkeiten auszusetzen, welche die Eltern und Voreltern krankhaft gestaltet haben. Unsere Bauern und ihre Kinder aber erfreuen sich hergebracht gesunder Nerven.

Wie unter den einzelnen Ständen, so zeigen sich auch unter den verschiedenen Völkern sehr verschiedene Zustände in dieser Beziehung — Zustände, welche geradezu zu ihrer eigensten Natur gehören, einen Theil ihres Charakters ausmachen. Viele in der „Kultur“ verbrauchte oder in Verbrauch begriffene Völker reden deutlich genug hiefür, und brauche ich wohl naheliegende, selbst der neuesten Zeit angehörende Beispiele nicht besonders zu nennen. Solche Völker fühlen zuweilen selbst, dass sie gesunderes Blut aus anderem Stamm zu ihrer Auffrischung brauchen. Die Kreuzung ist hier noch allein mögliches Heilmittel. Aber die Krankheit wird nur durch auf das Nervensystem wirkende, also äussere Einflüsse mit erklärt werden können.

Es ist geradezu undenkbar, dass dasjenige Organsystem, welches die Beziehungen des Körpers zur Aussenwelt nicht nur vermittelt, sondern welches nothwendig diesen Beziehungen den Anfang seiner Ausbildung und seine Entwicklung verdankt, durch schädliche solche Beziehungen nicht sollte vererbbar krankhaft verändert werden können.

Es ist verständlich, dass unmittelbar einwirkende äussere Verhältnisse oder gegebene Zustände des Nervensystems, welche in letzter Linie schädlichen äusseren Einwirkungen zuzuschreiben sind, zu „fixen Ideen“, zur Neigung zu Selbstanklagen, zu Trübsinn und Selbstmord führen, und dass dieselben vererbt werden können, scheint

gewiss. Alle diese Störungen sind aber in ihrer Entstehung nicht zu begreifen, es sei denn als Erwerbungen durch Beziehung zur Aussenwelt. Es ist aber eben deshalb undenkbar, dass in Keimzellen, deren Vorfahren niemals entsprechenden Einflüssen ausgesetzt waren, mit einem Male das Material zur Entstehung dieser Störungen auftrete, denn die Geisteskrankheiten haben ihren Sitz im Gehirn, das Gehirn selbst haben die ältesten Vorfahren des Menschen sich erst erwerben müssen durch Beziehung zur Aussenwelt — und nur diese Beziehung konnte auch jene Krankheiten in ihm erzeugen. Es ist deshalb wohl verständlich, auch wenn man nicht zugibt, dass z. B. „Melancholie" eine auf bestimmte Veränderungen im Gehirn begründete, in gewissem Grade abgegrenzte und vererbungsfähige Krankheit sei, dass ein krankhafter Gehirnzustand, welcher sie zur Folge haben *kann* (sofern ihren Ausbruch weiter anregende äussere Verhältnisse stattfinden), von einem mit Nerven und Gehirn versehenen Menschen erworben und vererbt wird.

Es ist auch verständlich, dass ein solcher Zustand durch Mischung mit einer anderen Geschlechtszelle erworben wird, sofern eine oder beide sich mischende Geschlechtszellen die erworbene und vererbte Anlage dazu besitzen.

Es ist aber, sofern man die Lebewelt als Ganzes auffasst, vollkommen undenkbar, dass ein solcher Zustand ohne Erwerbung und Vererbung je geworden sei.

Geistiges Vermögen ist Erwerbung und Geisteskrankheiten sind Beziehungskrankheiten.

Uebrigens ist es unzweifelhaft, dass nicht nur eben allgemein krankhafte Nervenanlage vererbt wird, sondern bestimmte geistige Krankheitsanlage ebenso wie bestimmte geistige Fähigkeit. Auf den Ausdruck, in welchen wir beide kleiden, den „Begriff" kommt es dabei weniger an, denn er ist der Natur der Sache nach nur zu häufig ein mehr oder weniger künstlicher und dehnbarer (übereinkömmlicher, „conventioneller").

Offenbar ist der Hirnmechanismus des Menschen durch Erwerbung ein so fein ausgebildeter geworden, dass darin eine hochgradige Arbeitstheilung Platz gegriffen hat, welche nur darauf beruhen kann, dass je bestimmte Gruppen von Hirnzellen nur bestimmte Thätigkeiten üben und üben können, und zwar so, dass sie Vereinigungen bilden, welche nicht etwa einfachste (elementare) derartige Thätigkeiten übernommen haben, sondern solche von zusammengesetzter Natur, vielfach sogar solche, welche Anforderungen neuerer Kultur enthalten.

Ich berufe mich also nicht auf die zahlreichen physiologischen Versuche, welche im Verein mit pathologisch-anatomischem Befund die Lokalisirung von elementaren Funktionen im Gehirn als etwas Selbstverständliches längst haben erkennen lassen, sondern z. B. auf die Thatsache, dass das offenbar durch die Beziehungen der Menschen unter einander erworbene Sprachvermögen nach pathologischem Befund seinen Sitz offenbar in einem bestimmten Theil des menschlichen Gehirns, im linken Schläfenlappen hat. Verlust des Sprachvermögens, „Aphasie", kann vorübergehend z. B. als Folge übergrosser geistiger Anstrengung auftreten. Ich habe selbst einen solchen Fall erlebt und weiss, dass in diesem Zustande wohl das Vermögen zu sprechen, nicht aber die Fähigkeit, Laute hervorzubringen, verloren ist. Man ist nur ausser Stande die Worte zu finden und zu bilden; man ist sich dessen voll bewusst und ist erstaunt, dass es so ist, und macht vergebliche Anstrengungen dagegen.

Ich halte für einen ähnlichen Zustand geringeren Grades einen anderen, welchen ich öfters in grosser geistiger Müdigkeit an mir beobachtet habe, und welcher mir auch von Bekannten als erlebt bezeichnet wird, dass man während des Schreibens wiederholt Buchstaben im Worte auslässt oder falsche Buchstaben statt der richtigen mitten hineinsetzt.

Allbekannt ist es ferner, dass man in grosser geistiger Ermüdung oft selbst die gewöhnlichsten Namen „vergessen" hat, und

ich habe die Erfahrung an mir schon gemacht, dass dies besonders dann eintritt, wenn man sich, wie das z. B. in der naturwissenschaftlichen Systematik vorkommt, im Uebermass mit vielen Namen abgegeben hat: der Gehirntheil, welcher diesen Dingen vorsteht, ist dann mit Bezug auf sie verbraucht, d. i. ermüdet.

Einen höchst eigenthümlichen Fall, welcher mir die Thatsache zu beweisen scheint, dass sehr zusammengesetzte Fähigkeiten, Errungenschaften der Kultur, an bestimmte Theile des Gehirns gebunden sind, habe ich in den letzten Monaten genau beobachten können.

Ein mir nahestehender junger Mann, der hier studirte, begann die Erscheinung grossen Schlafbedürfnisses zu zeigen, welches, indem es die Folge hatte, dass er gewöhnlich erst gegen Mittag aufstand, zuerst auf sehr natürlich scheinende Ursachen, auf Unregelmässigkeit des Lebenswandels geschoben wurde. Dieser Verdacht schien zur Gewissheit zu werden, als der Student trotz allen Mahnens, Bittens und Drohens seiner bekümmerten Eltern nie mehr nach Hause schrieb, nicht einmal um Geld. Alle Vorstellungen auch von meiner Seite erzielten wohl Versprechen, aber ohne dass denselben irgend Folge gegeben wurde. Sorgfältige Erhebungen führten inzwischen zu der Thatsache, dass der Student im Uebrigen ein durchaus regelmässiges Leben führte, dass er gewöhnlich vor Mitternacht nach Hause kam und schlafen ging, und insbesondere, dass er in allen seinen Angelegenheiten sonst eine peinliche Ordnung übte, wie er sie als Kaufmannssohn von Hause aus gewöhnt war. So erzählte seine Wirthin, dass er in letzter Zeit, wie regelmässig sonst, wenn er auf einen Tag verreist sei, ihr seine Schlüssel in einem versiegelten Papier übergeben habe.

Auf Grund dieses Thatbestandes kam ich zu der Ueberzeugung, dass der junge Mann an einer lokalen Entzündung des Gehirns leiden müsse, oder dass eine solche Entzündung der Hirnhäute einen Druck auf eine bestimmte Stelle desselben ausüben müsse, dass also eine Stelle des Gehirns ausser Gebrauch gesetzt sei, welche

die Willensthätigkeit nach der bestimmten Richtung des Briefschreibens und nach dieser allein beeinflusse — denn die geistigen Fähigkeiten des Kranken und seine Willensthätigkeit waren und sind im Uebrigen normal, abgesehen von den Wirkungen des grossen Schlafbedürfnisses; die Willensthätigkeit ist allerdings überhaupt nur mässig ausgebildet. Ich wurde in meiner Ueberzeugung dadurch bestärkt, dass sich zwischen hinein bei ihm Erscheinungen zeigten, welche füglich auf vorübergehende Steigerung einer lokalen chronischen Entzündung der Hirnhäute zurückgeführt werden dürften, Erscheinungen, von welchen einzelne Aehnlichkeit mit solchen des Genickkrampfs, der Meningitis cerebrospinalis hatten, ohne dass je Fieber aufgetreten wäre. Fortgesetzt in ärztlicher Behandlung, befindet sich der Student heute, nach Monaten, anscheinend wohl und gesund, nur ist er nicht dazu zu bringen, einen Brief zu schreiben.

Ich führte dieses Beispiel nur deshalb an, weil ich es selbst mit grossem Interesse genau verfolgt habe — die Irrenärzte kennen gewiss zahlreiche ähnliche.

Es ist nun aber eine allbekannte Thatsache, dass ebensolche Mängel an Willensfähigkeit in Beziehung auf verschiedene, aber bestimmte Thätigkeiten, bezw. Anforderungen des menschlichen Lebens mit den Charakter der einzelnen Menschen und ihrer Nachkommen, den Charakter von ganzen Familien und Völkern bestimmten — dass solche Mängel erblich sind.

Und weil diese Mängel, weil auch ihr Sitz, die Nervenzellen des Gehirns, jenen Beziehungen zur Aussenwelt ihre Entstehung verdanken, müssen sie erworben sein.

Im Folgenden lasse ich, zum unumstösslichen Beweis der Erblichkeit von Geisteskrankheiten als durch Beziehungen zur Aussenwelt erworbener Krankheiten eine Autorität in der Psychiatrie, Prof. Dr. v. Krafft-Ebing sprechen.

Es liegt von vornherein nahe, anzunehmen, dass die Lehre von der Erbsünde, wie sie in der christlichen Religion, insbesondere in der katholischen Kirche noch ihren Platz findet, auf der Kenntniss von Thatsachen der Vererbung beruhe, ebenso wie das mosaische und muhamedanische Verbot des Genusses von Schweinefleisch doch wahrscheinlich seine letzte Ursache in der Erfahrung möglicher Schädlickeit desselben hat, wenn auch, abgesehen von Bandwürmern, die Trichinen als Krankheitserreger nicht bekannt gewesen sein können.

Jene Auffassung aber vom Ursprung der „Sünde“ wird im hohen Grade gestützt durch die folgenden über die Erblichkeit als eine der Ursachen des Irrsinns mitgetheilten Thatsachen. Herr v. Krafft-Ebing sagt in dem betreffenden Abschnitt seines Lehrbuchs der Psychiatrie [1]):

„Weitaus die wichtigste Ursache auf dem Gebiet des Irreseins ist die Uebertragbarkeit psychopathischer Dispositionen, überhaupt cerebraler Infirmitäten, auf dem Wege der Zeugung.

Die Thatsache der Erblichkeit der psychischen Gebrechen und Krankheiten war schon Hippokrates bekannt. Sie ist auf diesem Gebiet nur Theilerscheinung eines biologischen Gesetzes, das in der organischen Welt eine grossartige Rolle spielt, „an das sogar der ganze Fortschritt des Menschengeschlechts geknüpft ist“.

Nächst der Tuberkulose gibt es kaum ein Krankheitsgebiet,

---

1) R. v. Krafft-Ebing, Lehrbuch der Psychiatrie 1879. Band I. S. 153 ff. Vergleiche: Prichard, treatise of insanity, p. 157; Lucas, traité philosophique et physiologique de l'hérédité. Paris. 1847; Morel, traité des dégénérescences etc. Paris. 1857; derselbe, Archiv. génér. 1859, September; Hohnbaum, Allgem. Zeitschr. f. Psych. 5, p. 540; Morel, traité des maladies mentales. p. 114. 258; Morel, de l'hérédité morbide progressive, Archiv. génér. 1867; Voisin, Gaz. des hôpit. 1858. 16; Moreau, l'union médic. 1852. 48; Jung, Allg. Zeitschr. f. Psych. 21. 23. Ann. méd. psych. 1874. November. Legrand du Saulle, die erbliche Geistesstörung, deutsch von Stark. 1874; Ribot, die Erblichkeit; deutsch von Hotzen, 1876; Hagen, statist. Untersuch. Erl. 1876.

auf welchem sich die Erblichkeit so mächtig geltend macht, als auf dem der psychischen Krankheiten, nur über die Häufigkeitsziffer, mit der dies geschieht, bestehen Differenzen. Die Statistiken (Legrand du Saulle op. cit. p. 4) schwanken zwischen 4—90% erblich bedingter Fälle. Innerhalb so bedeutender Differenzen kann sich offenbar ein gesetzmässiger Faktor nicht geltend machen. Die Ursache der Differenz kann nur in der verschiedenen Art und Weise wie die statistische Berechnung zu Stande kam, liegen. Es kommt viel darauf an, aus welchen Volksklassen das statistische Material stammt. In aristokratischen Kreisen, vom Verkehr abgeschlossenen Bevölkerungsgruppen, geschlossenen Religionsgesellschaften (Juden, Sektirer, Quäker), wo Inzucht getrieben wird, ist der Prozentsatz der Heredität ein grösserer als bei einer flottirenden Bevölkerung. Aber auch der Gesichtspunkt der verschiedenen Statistiker war ein verschiedener. Von manchen Forschern wurde nur dann Heredität anerkannt, wenn Irresein bei den Erzeugern nachweisbar war (direkte gleichartige Erblichkeit). Allein so eng lässt sich der Begriff der Erblichkeit nicht ziehen. Es sind hier wesentlich drei Thatsachen zu berücksichtigen.

a) Der Atavismus. Die körperlich geistige Organisation und Besonderheit kann sich von der ersten auf die dritte Generation vererben, ohne dass die vermittelnde zweite Merkmale der ersten aufzuweisen braucht — somit interessiren uns auch die Lebens- und Gesundheitsverhältnisse der Grosseltern.

b) Nur in seltenen Fällen wird die wirkliche K r a n k h e i t auf dem Weg der Zeugung übertragen (angeborenes Irresein, hereditäre Syphilis), in der Regel nur die Disposition dazu. Zur wirklichen Krankheit kommt es erst, wenn auf Grundlage jener accessorische Schädlichkeiten zur Geltung kommen......

Wir müssen somit auch die Gesundheitszustände der Blutsverwandtschaft (Onkel, Tante, Vetter, Base), und da auch hier das Gesetz des Atavismus gilt, die etwaigen Krankheiten von Grossonkel und Grosstante berücksichtigen.

c) Nur ausnahmsweise entwickelt sich auf dem Weg erblicher Uebertragung krankhafter Dispositionen ein und dieselbe Krankheit bei Ascendent wie Descendent. Im Gegentheil besteht hier eine bemerkenswerthe Wandelbarkeit der Krankheitsbilder, die nahezu Anspruch auf die Bedeutung eines Gesetzes (des Polymorphismus oder der Transmutation) hat.

Die Transmutationen sind unzählig. Die verschiedensten Neurosen und Psychosen finden sich bei erblich durchseuchten Familien, neben- und Generationen hindurch nacheinander und lehren uns, dass sie vom biologisch - ätiologischen Standpunkte nur Zweige ein- und desselben pathologischen Stammes sind.

Die Thatsache der Wandelbarkeit der erblich vermittelten Krankheitszustände nöthigt zur vorsichtigen Prüfung, an welche Zustände und Erscheinungsformen krankhaften Nervenlebens sich die erbliche Uebertragbarkeit in direkter oder modificirter Erscheinungsweise knüpft.

α) Zweifellos in dieser Hinsicht sind die Fälle, in welchen Psychosen in der Ascendenz und in der Descendenz sich vorfinden, (gleichartige Erblichkeit). In manchen derselben hat die Psychose sogar bei beiden Generationen dieselbe Form und bricht auf dieselben accessorischen Ursachen hin z. B. Puerperium aus (gleichförmige Erblichkeit).

β) Als gleichwerthige dahin gehörige Erscheinung steht das Vorkommen von Selbstmord[1]) durch Generationen hindurch da, d. h. die Disposition zum Selbstmord, der ja fast immer Symptom einer Melancholie oder einer in schwierigen Lebenslagen sich nicht zurechtfindenden, neuropsychopathischen Constitution ist. Besonders beweisend sind die Fälle von Selbstmord, wo Ascendent und Descendent unter annähernd gleichen Lebenslagen und in gleichem Lebensalter sich umbringen. „Es existiren sogar

---

1) Tigges Vierteljahrsschr. f. Psychiatrie, 1868, No. 3. 4, p. 334.

genealogische Tabellen, wonach ganze belastete Familien durch Selbstmord ausstarben [1])“.

γ) Zweifellos ist auch der vererbende Einfluss constitutioneller Neuropathieen, mögen sie auch nur in einer habituellen Migräne oder in einer Hysterie oder Epilepsie [2]) bestehen.

Der erblich schädigende Faktor kann sich bei der Nachkommenschaft in blosser neuropathischer Constitution, in der Hervorbringung von Neurosen, aber auch von Psychosen bis zu Idiotie, als der schwersten Form hereditärer Entartung, geltend machen.

δ) Sicher gestellt ist der vererbende d. h. zu Irresein disponirende Einfluss pathologischer Charaktere.

Gewisse Schwärmer, verschrobene excentrische Köpfe, Sonderlinge, Hypochonder haben nicht nur äusserst häufig geistes- und nervenkranke ascendente und collaterale Verwandte, sondern auch neuropathische, irrsinnige, selbst idiotische Nachkommen.

Diese problematischen Existenzen, die meist von Kinderbeinen auf anders fühlen, denken und handeln als die übrigen Menschen, sind zudem selbst beständig in Gefahr, dem Irresein zu verfallen, und vielfach die Candidaten für eine Degenerationsform des Irreseins par excellence — die primäre Verrücktheit, die auch ganz besonders ihre Nachkommen heimsucht.

ε) Dass ferner verbrecherische, lasterhafte Lebensführung [3]) mit dem Irresein in erblicher Beziehung steht, ergibt sich aus der

---

1) Morel, traité des mal. ment. p. 404; Ribot, p. 147; Lucas, II. 780; Ann. med. psych. 1844, Mai, p. 389.

2) Trousseau, Med. Klin., deutsch von Culmann, 1867, p. 88; Moreau (a. a. O.) fand unter 364 Epileptikern 62 epil., 17 hyster., 37 apoplekt., 38 irrsinnige Blutsverwandte, 195 mal Convulsionen, Schwindsucht, Scrophulose, Eclampsie, Asthma, Trunksucht etc. bei den Eltern oder Blutsverwandten; Martin, Ann. méd. psych. 1878, November, weist nach, dass die Kinder Epileptischer in grosser Zahl unter Convulsionen sterben.

3) Roller, Allg. Zeitschr. f. Psych. I, p. 616; Heinrich ebenda 5, p. 538; Solbrig, Verbrechen und Wahnsinn 1867; Legrand du Saulle, Ann. d'hyg. 1868, Oktober; Despine, Etude sur les

Häufigkeit, mit welcher Irresein und andere neurotische Degenerescenzen bei Gewohnheitsverbrechern selbst, ihrer Blutsverwandtschaft, Ascendenz und Descendenz sich vorfinden. Verbrechen als moralische und Irresein als organische Entartungserscheinungen bleiben nichtsdestoweniger Gegensätze. Die gemeinsamen Berührungspunkte liegen einfach darin, dass Irresein auch unter der klinischen Form sittlicher Depravation (siehe moralisches Irresein) einhergehen kann und vielfach fälschlich für solche gehalten wird. Auch die Trunksucht[1]) muss in die Kette der erblich belastenden Momente einbezogen werden. Selten kommt hier gleichartige Vererbung vor, meist ungleichartige, insofern die durch Alkoholexcesse degenerirte Ascendenz Kindern das Leben gibt, die als Idioten, Hydrocephalen oder mit neuropathisch convulsiver Constitution zur Welt kommen, früh an Convulsionen zu Grunde gehen, während sich bei den Ueberlebenden Epilepsie, Hysterie, Geisteskrankheiten und gerade die schwersten Formen psychischer Degeneration aus der krankhaften Constitution der Nervencentren entwickeln.

So theilt Marcé den Fall eines Trunkenboldes mit, der sechzehn Kinder zeugte. Fünfzehn gingen früh zu Grunde, das einzige überlebende war epileptisch. Nach Darwin sterben die Familien von Säufern in der vierten Generation aus. Nach Marcé ist die Degeneration folgende:

I. Generation:	ethische Depravation, Alkoholexcesse.
II. „	Trunksucht, maniakalische Anfälle, allgemeine Paralyse.
III. „	Hypochondrie, Melancholie, Taed. vitae, Mordtriebe.
IV. „	Imbecillität, Idiotie, Erlöschen der Familie.

---

facultés intellect. et morales, Paris 1868; Laycock, Journal of mental science 1868, Oktober. Brierre, Les fous criminels de l'Angleterre; deutsch von Stark 1870; Thomson, Journ. of mental sciences 1870, Oktober.

1) Vgl. die schöne Arbeit von Taguet, Ueber die erblichen Folgen des Alkoholismus, Ann. méd. psych. 1877, Juli; Morel, traité

„Wunderbar, aber durch von Flemming, Ruer, Demeaux beigebrachte Fälle erwiesen ist die Thatsache, dass selbst Kinder sonst nüchterner Eltern, wenn ihre Zeugung mit einer unheilvollen Stunde des Rausches zusammenfiel, in hohem Grade zu Geistesstörung und zu Nervenkrankheiten disponirt sind". Diese schlimme Interferenzwirkung kann sich sogar schon von Geburt auf als angeborener Schwach- und Blödsinn geltend machen.

Griesinger machte darauf aufmerksam, dass Genialität [1]) sich zuweilen neben hereditärem Idiotismus findet. Moreau ging sogar soweit, Genialität für eine Neurose zu erklären. Dass geniale Menschen nicht selten (Schopenhauers Grossmutter und Onkel waren blödsinnig) irrsinnige, psychisch defekte Angehörige haben und geistig schwache, ja selbst idiotische Kinder zeugen, ist zweifellos. Es scheint, als ob eine gemeinsame, höhere innere Organisation der Nervenelemente im einen Fall, unter Interferenz besonders günstiger Bedingungen zu höherer Entwicklung gelangt, unter ungünstigen zu psychischer Degeneration führt.

Ob zu nahe Blutsverwandtschaft [2]) als erblich degenerativer Faktor anzusehen ist, muss vorläufig dahingestellt bleiben. Die Experimente der Thierzüchter, die freilich nur tadellose Thiere zur Züchtung verwenden, ebenso die Stammbäume der Ptolemäer sprechen dagegen. Es wäre möglich, dass sie lange bedeutungslos bleibt, sofern die sich paarenden Individuen von degenerativen Mo-

---

des dégénéresc. p. 116. Jung, Allg. Zeitschr. f. Psych. 21, p. 535, 626; Bär, Alkoholismus 1878, p. 360.

1) Vgl. Hagen über Verwandtschaft des Genie mit dem Irresein. Allg. Zeitschr. f. Psych. 33, Heft 5 u. 6; Maudsley, übers. v. Böhm p. 309; Moreau, Psychologie morbide, 1859.

2) Darwin, Ehen Blutsverwandter, deutsch von v. d. Velde, 1876; Devay, Du danger des mariages consanguins. Paris, 1857; Baudin, Ann. d'hyg. 2° ser. XVIII, p. 52; Mitchel, ebenda 1865; Allg. Zeitschr. f. Psych. 1850, p. 359. Nach Bauregard (Ann. d'hyg. 1862, p. 226) gingen aus 17 zwischen Blutsverwandten geschlossenen Ehen 95 Kinder hervor, davon 24 Idioten, 1 taub, 1 Zwergwuchs, 37 leidlich normal.

menten frei bleiben. Ist dies nicht der Fall, so kommt es sicher zu rascher Degeneration — Albinismus, Taubstummheit, Idiotismus, Sterilität.

Es kann endlich keinem Zweifel unterliegen, dass Alles, was das Nervensystem und die Zeugungskraft der Erzeuger schwächt, seien dies zu jugendliches oder zu betagtes Lebensalter, schwächende, vorausgehende Krankheiten (Typhus, Syphilis), Merkurialkuren, Alkohol und sexuelle Excesse, Ueberanstrengung etc. zu neuropathischer Constitution und dadurch mittelbar zu allen möglichen Nervenkrankheiten der Descendenz Anlass geben kann.

Die Bedeutung der Erblichkeit auf unserm Gebiete wird besonders klar, wenn man das Schicksal von Familien, die von psychischer Krankheit heimgesucht sind, durch Generationen verfolgt[1]).

Eine meinem Beobachtungskreise entnommene genealogische Tabelle möge dies veranschaulichen:

1. Generation	2. Generation	3. Generation	4. Generation.	5. Generation.
Vater geisteskrank	Tochter, einziges Kind, wird geisteskrank	1. Tochter geisteskrank	1. Tochter, Schicksal unbekannt	?
			2. Tochter geisteskrank	fehlt
			3. Sohn Manie-Dementia	fehlt
		2. Tochter gesund	7 gesunde Kinder	?
		3. Tochter geisteskrank	1. Sohn geisteskrank, Selbstmord	fehlt
			2. Tochter blödsinnig	fehlt
			3. Tochter periodisch irre	fehlt
		4. Tochter gesund	2 Söhne, Schicksal unbekannt	?
Mutter intact		5. Sohn geisteskrank	fehlt	—
		6. Sohn geisteskrank	1. Sohn gesund	?
			2. Sohn irrsinnig	fehlt
			3. Tochter gesund	Tochter irrsinnig
		7. Sohn gesund	3 gesunde Kinder	?
		8. Sohn gesund	5 gesunde Kinder	?

1) Vgl. die interessanten Tabellen von Bird, Allg. Zeitschr. f. Psych. 7, p. 227; Taguet, Ann. méd. psych. 1877, Juli;

Von diesen 37 von geisteskranken Ahnen abstammenden Individuen sind somit 13 irre und 24 gesund (?), doch fehlen von einigen Nachrichten und sind andere noch sehr jung.

„Ein Rückblick auf alle erwähnten Thatsachen lehrt uns das Irresein im Grossen und Ganzen als degenerative Lebenserscheinung kennen, deren Bedingungen in angeborenen, mit dem Zeugungskeime übertragenen krankhaften Dispositionen, als Ausdruck vererbter, pathologischer Hirnzustände der Ascendenz oder im Lauf des Lebens erworbenen Schädigungen der individuellen cerebralen Existenz zu suchen sind“.

Die durch irgend einen dieser Faktoren erzeugte krankhafte Disposition, Infirmität oder wirkliche Krankheit, zeigt nach dem biologischen Gesetz der Erblichkeit eine bedeutende Neigung zur Uebertragung in irgend einer Form auf die Nachkommenschaft.

Insofern hat der Satz der heiligen Schrift: „Ich werde die Sünden eurer Väter rächen bis ins dritte und vierte Glied“ eine tiefernste Bedeutung und entscheiden über das Lebensglück kommender Generationen grossentheils Lebensweise, Lebensschicksale und Zuchtwahl der Ascendenz. Der conventionelle Ausdruck „wohlgeboren“ bekommt auf unserem Gebiet einen bedeutungsvollen Sinn.

Die Art der Transformation auf dem Weg erblicher Uebertragung, die spezielle Form der nervösen oder psychischen Infirmität ist abhängig von individuellen wie äusseren, vielfach zufälligen Bedingungen. Zu Gesetzen ist die Wissenschaft hier noch nicht gelangt.

Im Allgemeinen lässt sich nur sagen, dass, wenn zwei belastete Individuen sich zur Zeugung vereinigen oder zur ungünstigen Constitution eines Zeugenden ungünstige, interferirende Bedingungen

---

Doutrebente ebenda 1869, September, November (**Schmidt's** Jahrb. 145. 3).



(Trunksucht, schwächende Einflüsse etc.) hinzutreten, die Belastung der Nachkommenschaft eine immer schwerere wird und in fortgesetzter Uebertragung psychopathischer, degenerativer Momente eine fortschreitende Entartung bis zu den schwersten Formen derselben sich vollzieht. Aus Neuropathieen entwickeln sich dann Psychosen, anfangs noch leidlich gutartig und nach dem Schema der Psychoneurosen, dann immer mehr degenerativ (circuläres, periodisches, moralisches, impulsives Irresein), bis schliesslich Idiotismus entsteht. Dann amortisirt die Natur die pathologische Familie, welche die physiologische Fähigkeit verliert, sich fortzupflanzen.

Umgekehrt ist aber eine Regeneration auf einer gewissen Stufe noch möglich durch Kreuzung mit gesundem Blut aus intacter Familie, durch Interferenz günstiger Lebensbedingungen. Die Formen der Krankheit werden dann immer milder, und wird die Kreuzung fortgesetzt, so kann der degenerative Keim vollständig verschwinden.

Die interessante und von Morel bejahend beantwortete Frage, ob es ein erbliches Irresein als klinische Form gibt, muss eine offene bleiben[1]).

Nach meiner Erfahrung bildet das erblich degenerative nur eine Theilerscheinung des degenerativen Irreseins überhaupt.

Bezüglich der obigen Frage muss der Unterschied betont werden, der zwischen blosser erblicher Anlage (latente Disposition) und zwischen erblicher Belastung, d. h. wo der Faktor Erblichkeit in die geistig körperliche Entwicklung und Artung des Individuums bestimmend, belastend eingreift, besteht.

Das Irresein bei blosser erblicher Anlage unterscheidet sich von den nicht erblichen Fällen ausser durch Auftreten im früheren Lebensalter, Ausbruch auf Grund oft geringfügiger, accessorischer

---

1) Vgl. Emminghaus, Allg. Psychopath. p. 322.

Ursachen, mehr plötzlichen Ausbruch und raschere Lösung, sowie günstigere Prognose in keiner Weise.

In den Uebergangsstufen zum erblich degenerativen Irresein werden die Formen schwerer, organischer und machen sich gewisse Züge der Degeneration (Stupor, impulsive Akte, Periodicität) bemerklich".

Ich habe die Ausführungen v. Krafft-Ebing's wörtlich wiedergegeben, weil dieselben den von mir vertretenen Anschauungen so vielfach geradezu wörtlich Ausdruck verleihen und weil sie, wie der Leser selber herausfinden wird, im Einzelnen Beispiele zu denselben geben, wie sie schöner nicht gedacht werden können.

Man könnte fast meinen, ich hätte meiner Darstellung diese Beispiele zu Grunde gelegt. Ich habe aber das Buch v. Krafft-Ebing's erst gelesen, nachdem der Abschnitt über die Vererbung der Krankheiten schon geschrieben war.

Fünfter Abschnitt.

Nichtgebrauch der Organe — Rückbildung. Panmixie.

In der vorhin erwähnten Schrift „Ueber den Rückschritt in der Natur" tritt Weismann ausführlicher und bestimmter als früher den Einwänden entgegen, welche seiner Theorie durch die Thatsachen der Rückbildung der Organe in Folge Nichtgebrauchs — wie dies von meiner Seite soeben geschehen ist — gemacht werden können.

Indem er von dem Satz ausgeht, „dass die Zweckmässigkeit der lebenden Wesen in allen ihren Theilen auf dem Vorgang der Naturzüchtung beruht", schliesst er, diese Zweckmässigkeit müsse auch durch dasselbe Mittel erhalten werden, durch welches sie zu Stande gekommen ist, und sie müsse wieder verloren gehen, sobald dieses Mittel, die Naturzüchtung, in Wegfall kommt.

Mit anderen Worten sagt er: durch die natürliche Züchtung allein sind die Formen geworden, wie sie sind. Durch fortdauernde solche Züchtung allein werden sie in ihrem Bestand erhalten. Lässt die Züchtung nach, so bilden sich jene nothwendig zurück. Die Züchtung lässt aber mit Bezug auf irgend ein Organ ganz selbstverständlich nach, sobald dasselbe nicht mehr nöthig ist („die Kehrseite der Naturzüchtung") — ihr Aufhören veranlasst also die Rückbildung der Organe.

Es ist nach meiner Ansicht selbstverständlich, dass das Aufhören der Naturzüchtung d. i. der Auslese [1]) ebensowenig ein Organ

---

1) Weismann gebraucht den Ausdruck Naturzüchtung nur im Sinne der Auslese, wie das der Darwinismus überhaupt thut.

zurückbilden wie Naturzüchtung ein solches bilden kann. Auslese ist, ich muss das immer wiederholen, ja kein physiologischer Faktor, der irgend etwas Neues erzeugen oder dessen Aufhören etwas Geschaffenes unmittelbar vernichten könnte. Es schaffen äussere Reize oder es schafft der Gebrauch an der Hand des gegebenen Materials im gegebenen Fall mit Hülfe der allgemeinen wie der geschlechtlichen Naturzüchtung. Während nun Weismann die von mir angenommene Hauptwirkung nicht als erheblich massgebend anerkennen will, während er die Naturzüchtung bezw. deren Aufhören als aktive Mittel auftreten lässt, nimmt er zur Ausführung der durch sie veranlassten Umbildung noch ein Mittel zu Hülfe: die geschlechtliche Mischung. Er lässt nicht die Thätigkeit der Organe und diese selbst sich rückbilden durch Nachlassen und Aufhören der ersteren mit Hülfe des Aufhörens der Naturzüchtung und der geschlechtlichen Mischung, sondern durch letztere beide allein. Es sagt, diejenigen Theile, welche nicht mehr nützlich sind, unterliegen nicht weiter der Auslese — es kommen deshalb die Individuen zur geschlechtlichen Vermehrung, gleichviel ob jene Theile ausgebildet sind oder nicht: es mischen sich alle Individuen ohne Rücksicht auf die betreffende Eigenschaft und dadurch, durch „Panmixie“, durch allgemeine Mischung, müssen sie verschwinden.

Weismann's Erklärung der Rückbildung ist gewiss richtig, sofern der Satz, von welchem er ausgeht, richtig ist, der Satz, dass alle Zweckmässigkeit der Formen auf Naturzüchtung beruhe und,

---

Schon dieser Gebrauch des Wortes Naturzüchtung führt leicht dazu Auslese fälschlich als eine aktiv wirkende Kraft zu behandeln. Es wäre besser, überall den Ausdruck Auslese zu gebrauchen wo es sich um Uebrigbleiben des Passendsten im Kampf ums Dasein handelt, zumal da „Naturzüchtung“ nach der von mir vertretenen Ansicht ohne jede Auslese stattfinden kann. Unmittelbar einwirkende äussere Reize und der Gebrauch bezw. Nichtgebrauch der Organe bewirken Umbildungen der Lebeformen, welche füglich als Naturzüchtung bezeichnet werden.



muss ich hinzufügen, sofern überhaupt Alles, was an Formen in der organischen Natur besteht, auf Anpassung beruht.

Ich habe aber diese Sätze eingehend bekämpft und damit fällt für mich von vornherein die allgemeine Gültigkeit des Weismann'schen Schlusses.

Dass dieser Schluss — abgesehen von der Nichtberücksichtigung der letzten Ursachen der Rückbildungen — für einen grossen Theil bestehender Formgestaltungen volle Berechtigung hat, ist für Jeden, der auf dem Boden des Nützlichkeitsprinzips steht, eine längst ausgemachte, unbestreitbare Sache. Am deutlichsten und einfachsten wird diese Berechtigung z. B. erwiesen durch den Verlust der angepassten Färbungen der wilden Vorfahren unserer Hausthiere — man nehme nur die Kaninchen — in Folge der Hauszüchtung.

Aber es gilt jener Satz nicht für alle gleichgültigen Eigenschaften einschliesslich der auf Correlation beruhenden und für alle jene zufällig nützlichen, welche durch irgend äussere Einwirkungen entstanden sind und erhalten werden.

Dass gleichgültige Formbildungen Rückbildung erleiden können, wird auf Grund physiologischer Ueberlegung als unbestritten erscheinen. In seinem kleinen Aufsatz: „Entstehung neuer Arten durch Verfall und Schwund älterer Merkmale“ [1]) hat, wie schon früher bemerkt, Oskar Schmidt einen Fall für die Schwämme hervorgehoben, welcher meiner Ansicht nach hierhergehört. Er betrifft die Gattung Caminus. Schon früher sagte O. Schmidt von dem schönen Caminus Vulcani des adriatischen Meeres, dass er wahrscheinlich zu den Tetractinelliden gehöre trotz des Mangels der für diese charakteristischen vierstrahligen Kieselkörper. Später bekam er einen Caminus (C. osculosus Grube), welcher in nicht geringer Menge in Rückbildung begriffene solche Kieselkörper enthielt.

---

1) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie 1885.

In dem Stück, welches Grube vorgelegen hatte waren aber diese Vierstrahler, wie sich noch nachweisen liess, sehr selten, fehlten in manchen Präparaten ganz. Bei erneuter Untersuchung von Caminus Vulcani fand O. Schmidt ganz spärliche Reste solcher verkümmerter vierstrahliger Nadeln nun auch bei diesem Schwamme — bei Caminus apiarium aber nicht. „Und so ist", sagt O. Schmidt, „in Caminus hiermit der Beweis geführt, dass durch den Schwund eines ehemals bestimmenden wichtigen Ordnungscharakters eine neue, als Gattung zu bezeichnende Form sich ausgebildet hat".

Die Ursache des Verfalls der vierstrahligen Nadeln, meint O. Schmidt, bleibe ganz verborgen. Aber auch er hält das Vorhandensein oder Fehlen derselben bei Caminus, da ja noch andere — Einstrahler und Sternchen — vorhanden sind und da die Gattung in keiner Beziehung sonst den Eindruck des Verfalls mache, vielmehr den, dass sie „auf der Akme des Lebens stehe", nicht für durch die Auslese bedingt, stellt sie zu den, wie er mit Recht sagt, etwas unklar sogenannten „morphologischen" d. i. gleichgültigen indifferenten Formen.

Zwar fangen bei Caminus da und dort auch die einstrahligen Nadeln an zu verkümmern, aber ganz unabhängig von dem Verkümmern der Vierstrahler.

Man wird nun immerhin einwenden können, dass die vierstrahligen Nadeln den Caminus einmal nützlich waren und dass sie in Folge von Aufhören der Zuchtwahl jetzt zurücktreten, weil andere nützliche Eigenschaften in dieser Schwammgattung aufgetreten sind, welche das Vorhandensein der Vierstrahler unnöthig machen. Allein der Beweis hiefür fehlt.

Und andererseits deutet, wie früher bemerkt, das ungeheure Abändern der Skelettheile der Schwämme innerhalb einer und derselben Art auf das Bestimmteste darauf hin, dass es sich in der Gestaltung derselben um eine Bildung handelt, deren Abänderungen jedenfalls innerhalb sehr weiter Grenzen von der Auslese vollkommen unberührt bleiben.

O. Schmidt weist weiter darauf hin, dass durch Haeckel und ihn selbst bei Schwämmen andere Fälle in Menge beigebracht worden seien, in welchen die Thiere durch den Ausfall einzelner Formen ihrer Harttheile anfangen, sich zu neuen Arten umzubilden. Und ich kann hinzufügen, dass gerade in der Zeichnung der Thiere — z. B. der Schmetterlinge — überall Eigenschaften sich zurückbilden, deren jetziger oder einstiger Nutzen nicht einzusehen ist, welche wir als unwesentlich ansehen müssen.

Weismann meint zwar, dass auch in den Fällen, in welchen Anpassung nicht erwiesen ist, dieselbe vorhanden sein werde. Allein solche Annahme verweist doch im Grunde auf das Gebiet des Glaubens.

Wir dürfen dagegen gewiss sagen: Wir wissen, dass bestimmte Reize am oder im Organismus eine Wirkung hervorrufen müssen, dass sie bestimmte Formveränderungen, überhaupt bestimmte Eigenschaften erzeugen müssen, seien diese nun dem Organismus nützlich oder nicht.

Indem wir dies behaupten, stehen wir nicht auf dem Boden einer einfachen Annahme, sondern auf dem Boden physiologischer Thatsachen: normale Physiologie und die Pathologie sprechen in gleichem Masse mit dem Gewicht aller ihrer Grundlagen für uns.

So steht gewiss auch die Auffassung, dass die geschilderten Veränderungen des Skeletes der Schwämme einfach auf Aenderungen der äusseren, bezw. der Ernährungsverhältnisse, der stofflichen Zusammensetzung des Körpers zurückzuführen seien, auf physiologischem Boden.

An der Hand dieser Auffassung möchte ich mir gestatten, nun noch die einzelnen Beispiele zu besprechen, welche Weismann in seiner neuesten Schrift zu Gunsten seiner Erklärung der Rückbildung nicht mehr im Gebrauch befindlicher Werkzeuge gibt.

Weismann schreibt die Ursache des Verkümmerns der Augen bei Höhlenthieren dem Aufhören der Naturzüchtung zu. Ganz unzweifelhaft kommt diese dabei in hervorragendem Masse in Be-

tracht. Allein ebenso bestimmt führen physiologische Gesichtspunkte zu der Ueberzeugung, dass andauernder Mangel des Lichtreizes an sich ohne alles Andere allmählich die Fähigkeiten des Auges, als Sehwerkzeug zu dienen, beeinträchtigen und schliesslich vernichten müsse. Zunächst würde der ausgiebige Blutkreislauf im Auge verringert und dadurch die Gesammternährung beeinflusst werden, die Muskeln, der Accommodationsapparat würden unfähig zum Gebrauch, die Netzhaut würde verändert werden — es würde aber zugleich das Pigment im Auge schwinden, welches überall an die Wirkung des Lichtes gebunden ist — und damit schon wäre das Auge als solches fast unbrauchbar gemacht, morphologisch nahe der Stufe eines nur für Licht empfänglichen Organs gebracht, von welchem aus es sich entwickelt hat.

Es ist eine physiologische Forderung, dass ständige, regelmässige, nicht übertriebene Uebung irgend eines Organs zu dessen Bestehen durchaus nothwendig ist — ist doch der Reiz, dem es dient unzweifelhaft auch die erste Veranlassung, welcher es sein Entstehen und seine allmähliche Ausbildung verdankt.

Verweilen wir noch etwas beim Auge.

Weismann sagt: „Gewiss kann Kurzsichtigkeit erworben werden, aber dann vererbt sie sich nicht, wie ich wenigstens bestimmt glaube annehmen zu müssen. Nicht allein der übermässigen Anstrengung der Augen und dem steten Sehen in der Nähe verdanken wir meiner Ansicht nach die weite Verbreitung der Kurzsichtigkeit, sondern der Panmixie, dem Nachlass der Naturzüchtung nach dieser Richtung, unter deren Wirkung wir so gut stehen wie alle anderen Organismen. Weil es für die jetzige Gesellschaft — zumal da die Brillen erfunden sind — ziemlich gleichgültig ist, ob der Einzelne etwas mehr oder etwas weniger sieht, ist das Sehorgan der Panmixie anheimgefallen."

Gewiss wird man die mögliche theilweise Berechtigung der Schlussfolgerung Weismann's auch für dieses Beispiel gerne anerkennen. Allein es fehlt der Beweis des Hauptsatzes, dass die

Kurzsichtigkeit nicht einfach erblich sei. Die Frage müsste gerade nach den Aufstellungen Weismann's von den Augenärzten erst genau geprüft, statistisch behandelt werden. Auch er spricht sich ja hierin nicht bestimmt aus.

Weiter sagt er aber bei dieser Gelegenheit selbst, dass die Verkümmerung körperlicher Vorzüge bei uns — gegenüber unseren Vorfahren — darauf zu setzen sei, dass unser Intellekt sich hoch entwickelt hat. Dieser Intellekt aber kann doch nur von den Vorfahren allmählich erworben und vererbt worden sein. Beruht er doch auf Erfahrungen, welche Variabilität des Keimplasmas gewiss nicht erzeugen kann. Ich komme übrigens auf diese Frage später ausführlich zu reden.

Bezüglich des Auges gesteht auch Weismann zu, dass dessen Thätigkeit durch Mangel an Uebung leiden könnte, „sofern als die chemischen Veränderungen, welche beim Sehen in der Netzhaut stattfinden, wegfallen müssen, wenn das Auge niemals vom Lichte getroffen wird". „Aber", sagt er, „wie sollte das Staubgefäss einer Blume davon beeinflusst werden, ob der Blüthenstaub, den es hervorbringt, auf die Narbe einer anderen Blume gelangt oder nicht? Und doch wissen wir, dass zwittrige Blumen zuweilen zu der ursprünglichen Trennung der Geschlechter zurückgekehrt sind, und zwar in der Weise, dass in der einen Blüthe die Staubgefässe, in der anderen die Griffel verkümmerten. Ob gerade dieser Fall durch Nachlass der Auslese zu erklären ist, ob nicht aktive Naturzüchtung mitspielt, ist eine andere Frage. Verfolgen wir ihn aber weiter! Nachdem im Laufe der Artentwicklung die Staubbeutel selbst verkümmert und gänzlich geschwunden sind, bleiben doch noch ihre Stiele zurück, die nicht selten eine sehr erhebliche Länge und Stärke besitzen. Allmählich, aber sehr allmählich verkümmern dann auch diese, und wir finden sie bei manchen Arten noch ziemlich lang, bei andern schon ganz kurz, bei noch anderen vollständig verschwunden und nur gelegentlich einmal in einer einzelnen Blume als Erinnerung an ihr früheres regelmässiges Vorhandensein

wieder auftauchend. Der Stiel des Staubfadens wird nicht mehr gebraucht, aber wie sollte er dadurch direkt beeinflusst und zur Verkümmerung gebracht werden? Sein Bau ist derselbe geblieben, der Saft circulirt in ihm wie vorher und fliesst ihm ebenso gut zu als den benachbarten Blumenblättern oder dem Griffel. Von unserem Standpunkt aus erklärt sich die Sache ganz leicht, denn der blosse Stiel des Staubfadens ist völlig bedeutungslos für das Fortbestehen der betreffenden Blumenart, Naturzüchtung zieht deshalb ihre Hand von ihm ab und er verkümmert allmählich."

Auch hier muss meiner Ansicht nach der eingetretene Mangel äusserer Reize mit in Anspruch genommen werden — auf der einen Seite der Mangel des Reizes, welchen die Befruchtung auf die weiblichen Organe des Zwitters übte, auf der anderen das Zurücktreten des Reizes der Thätigkeit der Insekten beim Sammeln des Blüthenstaubes.

Uebrigens spielen gerade bei den Geschlechtsorganen wenigstens im Thierreich die correlativen Verhältnisse eine grosse Rolle, und wie leicht Staubfäden bei den Pflanzen überhaupt verkümmern, ist allbekannt.

Weismann legt besonderes Gewicht auf die Thatsache, dass die Eigenschaft der geschlechtslosen Arbeiterameisen ungeflügelt zu sein, von den geflügelten Geschlechtsameisen vererbt wird. „Es ist also unmöglich, dass die durch den Nichtgebrauch der Flügel beim einzelnen Thier etwa hervorgerufene Verkümmerung sich auf eine folgende Generation vererben sollte."

Den von vornherein naheliegenden Einwand erhebt Weismann selbst, indem er sagt: „Man möchte vielleicht die Behauptung aufstellen, die Flügel könnten früher verloren gegangen sein als die Fähigkeit der Fortpflanzung, allein eine solche Vermuthung müsste aus sehr bestimmten Gründen, auf deren Darlegung ich hier verzichten muss, verworfen werden." Wie aber, wenn Verkümmerung der Flügel und der Geschlechtswerkzeuge gleichzeitig — correlativ erfolgt wäre? Eben wegen der bedeuten-

den correlativen Beziehungen der Geschlechtswerkzeuge bei Thieren erscheint mir dies sehr wahrscheinlich. Ueber die Macht der Correlation, welche besonders bei Umbildung der Geschlechtsorgane hervortritt, werde ich später mit Bezug auf die Bienen noch zu reden haben. Das dort Gesagte mag auch für den hier nicht vollständig erledigten Fall mit den Ameisen gelten.

Der Mangel des Haarkleides bei den grösseren Seesäugethieren wird auf Ausfall der Naturzüchtung zurückgeführt: „es ist die Behaarung im Wasser nicht mehr nöthig — die Specklage ersetzt sie.“ Ich kann mich auch hier der Vermuthung nicht entschlagen, dass physiologische Ursachen bei dieser Umbildung mit im Spiel seien. Es ist doch auffallend, dass kein im freien Wasser sich entwickelndes und stets darin lebendes Thier eine verhornte Oberhaut hat, und die Haare sind verhornte Oberhautbildungen. Die Wale, um diese als Beispiel zu nehmen, entwickeln sich allerdings im Mutterleibe, und ihre Embryonen tragen vererbt wohl noch ein leichtes Haarkleid, die Alten aber nicht mehr. Dass die Einwirkung des Wassers der Verhornung der Oberhaut zum Zweck der Bildung von Haaren — und sei es auch nur beim Haarwechsel im späteren freien Leben — nicht günstig ist und dass diese daher, zugleich weil sie entbehrlich und für die Bewegung der Thiere nicht vortheilhaft waren, allmählich verloren gegangen sind, kann nicht auffallen. Verhornung beruht wesentlich mit auf Wasserverlust. Nur ausnahmsweise zu besonderen Zwecken kommt sie auch da und dort an ausschliesslichen Wasserthieren vor (z. B. Hornzähne der Neunaugen, Barten der Wale).

Dagegen finden wir weit verbreitet bei im Wasser sich entwickelnden Thieren und als deren Eihüllen Cuticularbildungen — harte Abscheidungen von Seiten der Oberhaut. Durch solche Abscheidungen werden häufig auch Hüllen um den Thierleib gebildet, in welche er sich zurückziehen kann.

Diese Abscheidung besteht aus einem anderen Stoff als die verhornte Oberhaut der Wirbelthiere.

Die Theile des Thierkörpers, welche in solche Cuticularhüllen eingeschlossen sind, verkümmern häufig; ebenso verkümmert der Hinterleib des Einsiedlerkrebses, welcher sich in ein Schneckenhaus gesteckt hat, und die durch die Hülle geschützte Haut (z. B. der Panzer des Krebses) ist weich, zart geworden. Weismann schiebt diese Umbildung rein auf den Ausfall der Naturzüchtung. Er sagt: „Die Leistung des Panzers beruht einfach auf seiner gänzlich passiven Anwesenheit. Ob das Thier durch ihn gegen Stiche oder Bisse geschützt wird oder ob solche Bedrohungen gar nicht bis an ihn gelangen, das ist für den Panzer selbst und sein Gedeihen völlig gleichgültig: er verliert und gewinnt dabei nichts, und am allerwenigsten hängt sein Wohlbefinden davon ab, möglichst häufig von Stichen oder Bissen getroffen zu werden. Er kann unmöglich dadurch direkt zur Rückbildung veranlasst werden, dass er durch das Gehäuse solchen Angriffen ganz entzogen ist. Wenn also der Panzer sich genau so weit zurückbildet, als der Körper von dem schützenden Gehäuse bedeckt ist, so kann dies wiederum nur dadurch erklärt werden, dass für die von dem Gehäuse bedeckten Körperstellen der Panzer überflüssig und bedeutungslos wurde und dass Naturzüchtung sich deshalb nicht mehr mit seiner Erhaltung befassen konnte."

Ich habe gegen dieses Beispiel nur einzuwenden, was ich gegen alle übrigen einwenden zu müssen glaube: Durch Auslese allein kann überhaupt nichts geschaffen werden, und Aufhören der Auslese ist nicht allein massgebend für das Schwinden irgend eines Gewordenen.

Es ist durchaus nicht nothwendig, zu erwägen, was dem Wohlbefinden des Panzers (damit ist also die durch die äussere Hülle geschützte, weich und zart gewordene Haut des Hinterleibs des in einer Schneckenschale geborgenen Einsiedlerkrebses gemeint) dienlich ist. Der Panzer war, meiner Ansicht nach, entstanden, weil äussere Reize auf die Oberhaut des Thieres andauernd gewirkt hatten: als Wirkung dieser Reize sonderte sich die Cuticular-

bildung ab. Die Reize waren die erste Veranlassung zu den Anfängen ihrer Entstehung. Sie diente dem Thiere zum Schutz. Die Auslese wählte darauf stets diejenigen Thiere aus, welche am besten gepanzert waren. Nachdem die Krebse sich in Schneckenhäuser geborgen hatten, konnten die äusseren Reize nicht mehr auf ihre Haut einwirken, zugleich hörte die Auslese auf, und so erfolgte die Rückbildung des harten Panzers.

Mit durch Verkümmerung in Folge von Nichtgebrauch und nicht allein durch Panmixie, wie Weismann will, erklären sich nun meiner Ansicht nach auch die Fälle, in denen bei Thieren, welche gar keine Nahrung mehr zu sich nehmen, die Mundtheile verkümmert sind oder sogar der Darm sich rückgebildet hat. Das letztere gilt für die Männchen der Räderthiere, das erstere für viele Nachtschmetterlinge und für die Eintagsfliegen. Solche Thiere haben entweder einen grossen Nahrungsvorrath im Körper oder sie leben, wie die Eintagsfliegen, nur kurze Zeit.

Einfache Betrachtungen allgemeiner Art müssen schon zeigen, dass unmöglich nur der Nachlass der Züchtung, die geschlechtliche Mischung ohne Auslese, die Panmixie, für die Rückbildung ausschliesslich oder auch nur in erster Linie massgebend sein kann.

Es ist Thatsache, dass die meisten Organe sich nur sehr langsam vollständig zurückbilden. Aber ihre Funktionsthätigkeit verlieren sie sehr bald, und dies kann doch nur darauf beruhen, dass sie sehr früh nach Aufhören des Gebrauchs anfangen sich rückzubilden, und zwar in den wesentlichsten Theilen, in der die Funktion vermittelnden und bedingenden Zusammensetzung dieser Theile. Dass das grobe morphologische Gerüste so lange übrig bleibt und so lange immer wiederkehrt, beruht auf dem Zwang der zähen Wiederholung der von den Ahnen erworbenen Eigenschaften bei den Nachkommen — in der Vererbung des Morphologischen auch lange nach dem Aufgeben der Funktion. Die letztere schwindet zuerst und damit das eigentliche Wesen des Organs. Ist sie völlig geschwunden, so kann das Organ wohl kaum

je wieder zu derselben Thätigkeit belebt werden — ist dieselbe Thätigkeit für den Organismus wieder nöthig, so muss sie ein anderes Organ von Neuem aufbauen helfen. Indessen ich will diese Frage hier nicht erledigen und will nur darauf hinweisen, dass der Verlust der Funktion doch eben den Verlust des Wesentlichsten am Organ bedeutet, denn die Form ohne Inhalt ist ein Todtes, Werthloses. Somit ist für uns die Rückbildung beschlossene Sache, sowie die Funktion vollständig erloschen, eine Neubelebung derselben unmöglich ist. Die Verkümmerung des Organs muss dann unweigerlich nachfolgen, Schritt für Schritt; mag sie auch noch so spät vollendet sein, sie folgt sicher.

Wenn rein durch Nachlass der Auslese, durch Panmixie, auch die Rückbildung der Funktionen — also z. B. der Instinkte — erfolgen würde, so müsste diese Rückbildung und überhaupt die Rückbildung z. B. geistiger Eigenschaften unendlich viel langsamer geschehen, als sie thatsächlich geschieht. Denn es wäre zu solcher allgemeinen Rückbildung eine durch mehrere, ja durch viele Generationen wiederholte geschlechtliche Mischung aller Einzelwesen derselben Art, während Auslese unthätig bliebe, nothwendig. Panmixie, Allesmischung, soll ja nur heissen: es kommt Alles zur geschlechtlichen Mischung ohne Rücksicht auf Auslese — es kommen nicht mehr nur die nach der und jener Richtung am besten ausgestatteten Wesen zum Zweck der Erhaltung und Vervollkommnung der Art zur geschlechtlichen Mischung, sondern es gibt nach diesen Richtungen kein Bestes oder Besseres mehr — es wird in diesen Richtungen nicht mehr ausgelesen — so gelangen alle Individuen, ob sie im Sinne derselben gut oder schlecht bestellt sind zur Fortpflanzung und so gehen die betreffenden Eigenschaften allmählich verloren. Welch' lange Zeit — ich wiederhole es — wäre nöthig, um Funktionen zurückzubilden, wenn sie auf diese Weise nur zurückgebildet werden könnten — und wie schnell bilden sie sich thatsächlich zurück! Kaum einige Jahrtausende gehörten

dazu, um die grössten, massgebendsten Völker geistig (und selbst körperlich) bis an die Grenze der Existenzfähigkeit rückzubilden — zu degeneriren. Zwei Generationen genügen in einer Gemeinde dazu, dass die Bürger, welche durch übertriebene Pfründen und Stiftungen an Schlaraffenleben gewöhnt worden sind, nicht etwa durch Panmixie, sondern, weil sie ihre Kräfte nicht mehr anstrengen, verkommen. In raschem Wechsel, nach geringer Zahl von Geschlechtern, wogt die Fähigkeit und Tüchtigkeit der Bürgerfamilien auf und ab — durch wenig Geschlechter fortgesetztes Protzen- und Parasitenthum aber führt zu vollständiger unheilbarer, geistiger Verkommenheit.

Nicht Nachlass der Auslese ist hier vorzüglich massgebend, sondern in erster Linie Nachlass der geistigen und körperlichen Uebung, dessen Wirkungen sich rasch und mächtig vererben.

Im Uebrigen glaube ich auf weiteren Beweis der Rückbildung der Organe als eines Vorganges, welcher als Vererbung erworbener Eigenschaften zu erklären ist, nicht weiter eingehen zu müssen, namentlich in Rücksicht auf das schon früher darüber Geäusserte und in Rücksicht auf die zahllosen Thatsachen, welche die vergleichende Anatomie und Physiologie uns zu diesem Beweise an die Hand gibt. Welche Bedeutung aber der Rückbildung für die Entstehung der Arten zugeschrieben werden muss, das zeigt die einfachste Kenntniss der Thierformen.

Panmixie.

Panmixie ist selbstverständlich für die Frage von der Umbildung der Arten von Bedeutung nur für innerhalb eines verhältnissmässig engen Gebietes eingeschlossene, abgegrenzte Formen, sofern darunter das Aufhören der Auslese und, dadurch bedingt, die unterschiedslose, ausgleichende geschlechtliche Mischung aller Formen, also zu deutsch Inzucht verstanden wird. In engen politischen Gebieten, zumal in solchen, welche zugleich Gebirgsgegenden sind, wie sich ihrer unter deutschen insbesondere in der Schweiz finden, muss, Menschen anlangend, die Wirkung der Inzucht vorzüglich in die Augen springen, soweit es sich um Aus-

gleich der Eigenschaften handelt. Aber selbst hier tritt offenbar zunächst nur das Herschendwerden einer und der anderen, auf Grund irgendwelcher äusserer Verhältnisse an einzelnen Individuen entstandenen Eigenschaft als diese Wirkung hervor. So fiel mir im Kanton Appenzell das Vorherrschen einer höchst merkwürdigen Abart von Menschen in der männlichen Landbevölkerung auf, welche sich durch vollkommen krauses, üppiges, braunrothes Haar auf dem grossen Schädel auszeichnet. Auslese ist wohl auch hier keineswegs anzunehmen, weder allgemeine noch geschlechtliche. Vielmehr beruht die Entstehung der Eigenthümlichkeit entweder unmittelbar auf der Einwirkung äusserer Verhältnisse überhaupt, oder einzelne Stammträger haben dieselbe auf Grund solcher Verhältnisse ursprünglich erworben oder eingeführt und zur Verallgemeinerung gebracht. Aber nach meinen früheren Ausführungen ist solche Verallgemeinerung ohne Begünstigung durch äussere Verhältnisse eine sehr, sehr langsame.

Nägeli hat, nachdem er zahlreiche Arten von Hieracium aus verschiedenen Gegenden untereinander in den botanischen Garten gepflanzt hatte, gefunden, dass aus der Kreuzung derselben neue Arten mit besonderen Eigenschaften hervorgingen. Es beweist dieses Beispiel vom „gesellschaftlichen Entstehen neuer Species", dass in der That neue Formen durch geschlechtliche Mischung entstehen können, wie ja die Kreuzung — Mischung des Blutes — überhaupt die Lebensfähigkeit der Rasse befördert. Allein in der freien Natur kann die Kreuzung offenbar eine so hervorragende Bedeutung für die Umbildung der Formen nicht haben. Ich meine, wenn die Bedeutung der Mischung so gross wäre, so müsste die Verschiedenheit z. B. der Angehörigen eines Volkes in verschiedenen Gegenden viel grösser sein, als sie es thatsächlich ist. Denn es ist ja bekannt, dass die Mischung bei weitaus dem grössten Theile des Volkes (Landbevölkerung) nur innerhalb ganz enger Gebiete stattfindet. In Gebirgsgegenden ist die Inzucht, wie besprochen, allerdings viel grösser als auf dem flachen Lande. Dort, in eingeschlossenen Thälern,

kommen freilich auch hervorragend eigenartige Bevölkerungen vor, wie sich dort Reste aus alter Zeit am wenigsten gemischt erhalten: ich erinnere nur an die schwarzen, kleinen (vielfach auch verkümmerten) Menschen in Thälern des badischen Schwarzwaldes, welche wahrscheinlich keltische Ueberreste sind, die sich vor der germanischen Fluth in jene Winkel verkrochen haben und da geblieben sind. Indessen auch im flachen Lande müssten sich nach Trennung durch Flüsse u. s. w. viel leichter besonders geartete Gruppen der Bevölkerung auf Grund natürlicher Abgrenzung der Mischung bilden, als dies thatsächlich der Fall ist. Nach den natürlichen Verkehrsverhältnissen müssten sich tausende von solchen Gruppen auf verhältnissmässig kleinem Raum gebildet haben, je mit einem Mittelpunkt besonders ausgeprägter Eigenart. Aber einfache Rechnung zeigt, dass die allseitige Mischung selbst in engen Gebieten sehr lange Zeit braucht. Damit nur 500 Menschen jeden Geschlechts in je einmalige Mischung kommen, sind 250,000 Mischungen nöthig. Welche Volksbewegung, abgesehen von der Zeit, wäre erforderlich, bis 50 oder 60 Millionen Deutscher sich durcheinander gemischt hätten? Weil eben thatsächlich nur Gruppe um Gruppe in Mischung kommt, so müssten, wenn die Mischung für die Formbildung allein massgebend wäre, ebenso viele Abarten entstehen als solche Gruppen in besondere Mischung kommen. Davon ist keine Rede. Entsprechend meinen Ausführungen über das so lange andauernde sich Auseinanderhalten von Blond und Schwarz möchte angeführt werden, dass sich z. B. im freien Hügellande von Altwürttemberg, auf das deutlichste eine brachykephale (sarmatische, bezw. turanische?) [1]) Rasse von Menschen, klein, mit schwarzen, straffen Haaren, mit geringem Bartwuchs, vorstehenden Backenknochen, niedrigem Gesicht und deutlich geschlitzten Augen unter der hochstämmigen germanischen Bevölkerung erhalten hat, vielleicht Ueberbleibsel

---

1) Vergl. H. v. Hölder, Zusammenstellung der in Württemberg vorkommenden Schädelformen und deren Maasse. Stuttgart 1876.

hunnischer Einwanderer. Wer ein Auge für solche Dinge hat, trifft diese Leute immer wieder unter den verhältnissmässig gemischten gebildeten Schichten der Einwohner. Es werden die oben angedeuteten Zahlen noch eine viel grössere Bedeutung erlangen, wenn man nach meinen Voraussetzungen in Rechnung zieht, dass in vielen Fällen je vielmalige Mischung nöthig sein wird, um dieselbe nur zum Ausdruck zu bringen. Denn wir rechnen 30 Jahre auf eine Generation. Am meisten Wirkung der gegenseitigen Mischung sollte man bei den Juden erwarten, welche im deutschen Reiche nicht mehr als etwa 600000 Köpfe zählen. Sie sind noch sehr wenig durch Inzucht verdorben! Sie scheinen sich mir aber auf Grund unserer klimatischen und sonstigen äusseren Verhältnisse im Ganzen der übrigen Bevölkerung sogar in ihrem äusseren Ansehen, in ihrer körperlichen Beschaffenheit, genähert zu haben. Es gibt in der That sehr viele Juden bei uns mit germanischem Anstrich in körperlicher Beziehung.

Man wird mir vielleicht einwenden, dass ich in der Frage der Bedeutung der geschlechtlichen Mischung mit verhältnissmässig kleinen Zeiträumen rechne, während ich für die physiologische Umbildung der Formen ungemein grosse in Anspruch nehme. Ich thue letzteres keineswegs für alle Fälle; allein ich muss hervorheben, dass, weil ja die von Weismann angenommene Wirkung der geschlechtlichen Mischung Verschiedenheiten der sich Mischenden voraussetzt, die für jene Wirkung nothwendigen Zeiträume je noch die Zeit voraussetzen, welche zur Entstehung dieser Verschiedenheiten nöthig ist.

Es ist somit klar, dass zu einer Umbildung durch geschlechtliche Mischung nicht allein die Zeit nothwendig ist, welche eine Wirkung dieser Mischung im Sinne der Umbildung erfordert, sondern dazu auch noch die Zeit, welche die äusseren Einflüsse vorher gebraucht haben, um die Verschiedenheiten hervorzubringen, die eine solche Wirkung zur Voraussetzung hat.

Ich trete keineswegs der Bedeutung der geschlechtlichen Mischung

für die Bildung neuer Formen überhaupt entgegen: ich bin nur der Ansicht, dass sie unmöglich allein massgebend dafür sein kann, und deshalb widerspreche ich ihr im Einzelnen. Wäre sie herrschend, so müsste eine grosse Verschiedenheit in der Artbildung zwischen den verschiedenen Gruppen des Thierreichs bestehen, denn die Thiere, welchen das Vermögen der Ortsveränderung in geringem Grade zukommt, müssten dann weit mehr Arten bilden als die anderen, weil sie mehr auf gegenseitige Mischung angewiesen sind. Es müsste in dieser Beziehung ein sehr grosser Unterschied überhaupt zwischen verschiedenen Gruppen der Thiere bestehen, denn die einen sind sesshafter als die anderen, auch wenn sie übrigens in ähnlichem Masse der Ortsveränderung fähig sind. Was ich vorhin von den einzelnen Menschen eines Volkes gesagt habe, müsste noch viel mehr für die zahllosen Thiere gelten, welche an die engsten Heimathsgrenzen gebunden sind und welche sich wohl viel mehr an solche Grenzen halten, als man gewöhnlich annimmt. Wenn hier, z. B. bei Kriechthieren (Reptilien) [1]), schon durch kleine örtliche Schranken Grenzen für die Ausbreitung auf lange Dauer gegeben sind, so müssten, wäre die Ansicht von der allbeherrschenden Bedeutung der geschlechtlichen Mischung richtig, tausende von Abarten und Arten da entstanden sein, wo jetzt nur eine vorhanden ist.

Es ist eben auch die geschlechtliche Mischung nur eines von den Mitteln, welches die Artbildung befördern kann.

---

1) Vergl. meine Abhandlung über das Variiren der Mauereidechse S. 261 ff.

Sechster Abschnitt.

Besondere Betrachtung der geistigen Fähigkeiten als erworbener und vererbter Eigenschaften.

Wer die Vererbung erworbener Eigenschaften nicht anerkennen will, der kann auch nicht anerkennen, dass geistige Fähigkeiten im Laufe der Zeiten durch Erfahrungen und Vererbung dieser Erfahrungen sich gebildet und gesteigert haben.

Und doch können die geistigen Fähigkeiten nur auf Grund der Wechselwirkung der Organismen mit der Aussenwelt entstanden sein.

Aufgabe des Gehirns.

Das die willkürliche Thätigkeit vermittelnde Gehirn ist nichts Anderes als ein Apparat zum Aufspeichern von Fähigkeiten und Erfahrungen, welche entweder von den Vorfahren erworben und vererbt oder während des individuellen Lebens seines jetzigen Trägers erworben worden sind.

Ich sage absichtlich von Erfahrungen und werde diesen Ausdruck zu rechtfertigen suchen.

Es hat das Gehirn die Aufgabe, dadurch, dass es die Erfahrungen jederzeit zur Verfügung hat, dafür zu sorgen, dass der Körper irgend welche äusseren Anforderungen, Reize, nicht unmittelbar, nach Art der Auslösung eines Reflexes beantworte, sondern nach Bedürfniss verwerthe. Dies ist möglich auf Grund

eben der gesammelten Erfahrungen und auf Grund der erworbenen und ererbten Fähigkeit, die Erfahrungen in die richtigen Beziehungen zu bringen, sie gegenüber neuen äusseren Einwirkungen und im Augenblick derselben mit ihnen zum Besten des ganzen Lebewesens auszunützen.

Reflexthätigkeit.

Der Ausgangspunkt der Entwicklung aller geistigen Fähigkeiten muss in der Reflexthätigkeit gesucht werden. Je tiefer die Thiere geistig stehen, um so mehr handeln sie gegenüber der Aussenwelt durch Reflexthätigkeit — die niedersten handeln vielleicht nur reflectorisch: jeder das Thier betreffende Reiz löst unmittelbar, sofort, eine Bewegung, Handlung aus. Je höher ein Centralnervensystem, ein Gehirn entwickelt ist, um so mehr wird das Handeln der Reflexthätigkeit entrissen, um so mehr können Erfahrungen und Fähigkeiten gesammelt und ererbt werden, um so weniger wird das Thier auf jeden Reiz unmittelbar thätig sein, um so mehr wird es auf Grund jener Erfahrungen Schlüsse ziehen — überlegt handeln.

Je höher also das Gehirn ausgebildet ist, um so sicherer steht der Organismus den manchfaltigen Anforderungen der Aussenwelt gegenüber und je grösser diese Manchfaltigkeit nach der Art seiner Lebensweise für ihn ist, um so befähigter muss umgekehrt sein Gehirn sein.

Ist unser Gehirn krank oder leidet unser Allgemeinbefinden, leiden wir z. B. nur an einer Magenverstimmung, so arbeitet das Gehirn nicht mehr recht, die geregelte Beziehung zwischen den in ihm aufgespeicherten Erfahrungen hört auf, die Reflexthätigkeit tritt wieder auf Reize hervor, welche sonst eine unmittelbare Auslösung nicht bewirken würden. Der Mensch ist „gereizt“ und handelt unpassend — ja nach Art unvernünftiger Thiere — er handelt „unwillkürlich“ [1]).

---

1) Es kann nach Vorstehendem einen grundsätzlichen Unterschied zwischen willkürlicher und unwillkürlicher Handlung nicht geben.

Verstand, Vernunft, Gewohnheitsthätigkeit (automatische Thätigkeit), Instinkt.

Den Unterschied zwischen Verstand und Vernunft fasse ich folgendermassen: Verstandesthätigkeit ist solche, welche nur das augenblickliche und zunächstliegende persönliche Interesse im Auge hat, Vernunftthätigkeit solche, welche auf Grund ihrer Erfahrungen und Fähigkeiten auch die Allgemeinheit — die Mitmenschen — und die Zukunft berücksichtigt, wissend, dass dadurch das persönliche Interesse doppelt geschützt ist, oder welche überhaupt auf allgemeinen Schlüssen beruht.

Es ist somit grundsätzlich keineswegs ausgeschlossen, dass es auch Thiere giebt, welche vernünftig handeln. Ja es ist für den

---

In diesem Sinne habe ich mich schon 1873 folgendermassen ausgesprochen:

„Unter Willen begreife ich die Auslösung eines Theils der Gesammtheit von in den Gehirnzellen angehäuften und an deren Materie gebundenen, in Spannung befindlichen Kräften durch irgend welchen Reiz. — Die Kräfte sind theils ererbt, theils werden sie durch Anpassung erworben, bezw. modificirt. Diese Anpassung geschieht entweder durch äussere Reize — auf empirischem Wege durch Vermittelung der Sinne, oder durch innere, im augenblicklichen Zustande des Gehirns, bezw. des Körpers, selbst begründete. Eine Auslösung von Kräften findet statt, sobald die Spannung der Gesammtheit oder eines Theils derselben ein gewisses Maximum überschreitet. Da die Spannungsverhältnisse durch Reize geändert werden, so wird auch eine Cumulation von solchen die Spannung auf die Spitze treiben, und ein letzter Reiz wird schliesslich die Auslösung bewirken können. — Das Wollen ist somit die Resultirende aus einer Anzahl von Faktoren, welche theils materiell ererbt, theils mittelbar oder unmittelbar der Aussenwelt entnommen sind. Unwillkürliche und willkürliche Thätigkeit sind nicht principiell, sondern nur insofern verschieden, als die letztere ein Sammeln, Aufspeichern von Eindrücken in einem gemeinsamen Organ (Gehirn) und die Möglichkeit einer Wechselwirkung derselben voraussetzt. — Der Wille kann somit niemals frei sein. Die falsche Vorstellung von der Freiheit desselben rührt in jedem speciellen Falle her vom Uebersehen der Faktoren, deren Sklave er stets ist.

Unter Bewusstsein verstehe ich die Empfindung von dem durch die Aussenwelt beeinflussten Zustande des Gehirns in einem gegebenen Augenblicke". (Zoolog. Studien auf Capri I. Beroë ovatus, ein Beitrag zur Anatomie der Rippenquallen. Leipzig, Engelmann 1873.)

vorurtheilslos Denkenden durch Beispiele zu beweisen, dass Thiere vernünftig handeln; und dass solch vernünftiges Handeln bei Thieren sogar automatisch wird und sich vererbt, habe ich schon in meiner Freiburger Rede angedeutet.

Als automatische Thätigkeit bezeichne ich eine ursprünglich bewusst, willkürlich geübte Thätigkeit, welche in Folge häufiger Uebung nunmehr unbewusst, unwillkürlich geübt wird — im Gegensatz zu Denen, welche den Ausdruck automatisch als gleichwerthig mit reflektorisch gebrauchen. Man kann statt des Ausdrucks automatische Thätigkeit auch die deutsche Bezeichnung Gewohnheitsthätigkeit anwenden.

Diese Gewohnheitsthätigkeit erleichtert uns das tägliche Leben ungemein, denn sie schliesst eine Menge von Handlungen ein, welche wir von früh bis spät wie unwillkürlich üben — obschon wir sie alle einmal mühsam haben erlernen müssen — von den Handlungen beim Aufstehen im Schlafzimmer an bis zu denen beim Zubettegehen — und sie spart so Kraft zu anderer Gehirnthätigkeit, zu neuen Erwerbungen durch dieselbe.

Solche — erworbene — Gewohnheitsthätigkeit kann vererbt werden: der Instinkt ist vererbte Fähigkeit, insbesondere vererbte Gewohnheitsthätigkeit. Genauer gesagt: Instinkt ist die Fähigkeit gewohnheitsmässig, ohne Ueberlegung zweckmässig — verständig oder selbst vernünftig — zu handeln, ausgelöst durch innere im Zustand des Körpers begründete und durch äussere Reize oder ohne letztere.

Eine andere naturwissenschaftliche Erklärung für den Instinkt scheint mir nicht möglich.

Ich theile die Instinkte ein in vollkommene und in unvollkommene. Die ersteren sind solche, welche auf so vollendete Weise vererbt sind, dass sie zur Ausübung keines weiteren Anreizes, keinerlei Anleitung, keiner Uebung bedürfen. Es handelt sich in diesen Instinkten um vererbte Gewohnheitsthätigkeit. Dahin

gehört z. B. wohl das Honigeinsammeln durch die Bienen u. A., das sich Einspinnen der Raupen, zahlreiche „Kunsttriebe", das Verlangen junger Schwimmvögel auf das Wasser zu gehen und ihr Vermögen sofort darauf zu schwimmen, die Liebe der Eltern zu den Kindern, Brutpflege u. s. w..

Die unvollkommenen Instinkte bedürfen zur Ausübung eines äusseren Anreizes oder der Anleitung und der Uebung. Es handelt sich hier nur um vererbte Gewohnheits**fähigkeit**. Dahin gehört wohl das Bauen passender Nester durch die Vögel, zumeist die Jagdkunst der Hühnerhunde. Ferner gehören hierher viele andere durch Verwerthung sehr rascher Erfahrung bedingte Fähigkeiten (vergl. das Folgende).

Der unvollkommene Instinkt führt ohne bestimmt festzustellende Grenze zu den während des Lebens erworbenen Fähigkeiten über.

Die gegebene Auffassung von der Natur der geistigen Fähigkeiten und von ihrer Entstehung, insbesondere die gegebene Auffassung von der Natur des Instinkts, wird sich als um so mehr naheliegend erweisen, je folgerichtiger man den Gedanken erfasst und sich in denselben hineingelebt hat, dass die ganze organische Welt ein Ganzes ist, und dass insbesondere die zunächst verwandten Formen deutlich als durch Arbeitstheilung entstandene Glieder, als Organe eines Ganzen aufzufassen sind: „Somit ist das Einzelwesen", schloss ich in meiner solcher Betrachtung gewidmeten Rede „über den Begriff des thierischen Individuum", „wie auch der deutsche Name für Individuum richtig besagt, ein **Stück** nicht nur innerhalb des Kreises seiner Art, sondern auch der Gesammtheit der Thierwelt. Auf Grund dieser Auffassung ergibt sich aber diese in Verbindung mit der übrigen Natur als ein harmonisch in sich gegliedertes Ganzes, in welchem kein Theil vor dem anderen einen absoluten Vorzug verdient. Nimmt man die Thierwelt als solches Ganzes, so kommt man auf den Gedanken unseres geistreichen **Oken**, die Einzelwesen als die Organe des Ganzen anzusehen".

Gewiss, wirklich folgerichtige Behandlung wird die Auffassung anerkennen müssen, dass die Einzelwesen, dass in weiterem Kreise Arten und Gattungen durch ihre bestimmte, bestimmtem Zweck angepasste Bildung als Organe des Ganzen der Lebewelt erscheinen.

Gehören nun — um von Weiterem abzusehen — jedenfalls die unmittelbar verwandten Formen zusammen als Glieder eines Ganzen, aus welchem sie sich, wenn wir Jahrmillionen als Minuten zählen, erst „vor Kurzem" abgegliedert haben, fassen wir diesen Gedanken, von Arten und Gattungen u. s. w. abgesehen, für einen Augenblick nur recht fest für die Glieder einer weitverzweigten Familie, für die nächste Blutsverwandtschaft — und dazu sind wir doch voll berechtigt — so kann die Annahme, dass mit den körperlichen Eigenschaften auch geistige, mit den Hirnzellen auch die erworbenen Eindrücke, welche ihren unendlich empfindlichen und zusammengesetzten Bau veranlasst und gebildet haben, vererbt werden, von vornherein nicht im entferntesten etwas Befremdendes haben. Wir besitzen aber hiefür nicht nur in den Thatsachen des Instinkts, sondern in der ganzen geistigen Entwicklung des Thierreiches und der Menschheit Beweise in Fülle.

Wäre Erwerben und Vererben von geistigen Eigenschaften, welche doch nur wieder auf körperlicher Grundlage beruhen können, nicht möglich, so gäbe es keine Menschen und keine Kultur.

Die Beispiele, welche Weismann für seine entgegengesetzte Auffassung, Instinkt betreffend, vorführt, scheinen darauf hinzuweisen, dass er, was allerdings von seiner Seite nur folgerichtig ist, auf die Erklärung des Instinkts als ererbte Fähigkeiten und Gewohnheiten vollständig verzichtet. Dies würde weiter einschliessen, dass er überhaupt die Entwicklung der geistigen Fähigkeiten der Thiere ohne Zuhilfenahme von vererbter Erfahrung, bezw. erworbener und vererbter Vervollkommnung des Centralnervensystems für möglich hält.

Weismann beruft sich auf Fälle, „in welchen Rückbildungen sich nur auf einen einzelnen Instinkt beziehen können, während das

Thier in seiner Gesammtform und Gesammtleistung völlig unberührt davon bleibt."

Er erwähnt, dass der „Flüchtungstrieb" der wilden Vorfahren unserer Hausthiere bei diesen mehr oder weniger verloren gegangen ist. Wie langsam aber dieser Trieb durch die Domestikation verloren gehe, das beweisen die Meerschweinchen. Erst seit der Entdeckung Amerikas, seit etwa 400 Jahren also, seien sie dem Haushalt des Menschen einverleibt worden, und noch zucken sie bei jedem starken Geräusch zusammen und suchen zu flüchten. Ich habe die Meerschweinchen immer als ein Beispiel für Thiere aufgeführt, deren wilde Stammeltern gar nicht bekannt sind, so wenig wie die des Goldfisches, und welche wohl wie dieser seit unvordenklicher Zeit nur durch die Züchtung des Menschen, also nur als Hausthiere erhalten worden sind und bestehen. Ist dem so, so würde die von Weismann angeführte Eigenschaft noch mehr für ihn sprechen. Ich kenne die betreffende Eigenschaft der Meerschweinchen wohl. Ist sie wirklich Fluchtinstinkt, der sich seit urvordenklichen Zeiten erhalten hat? Thatsache ist, dass die Thierchen sonst sehr zutraulich sind und gerne die Kinder mit sich spielen lassen, ohne Furcht vor dem Menschen zu verrathen. Es könnte also jene Eigenschaft vielleicht auch entweder erklärt werden durch fortgesetzte Erfahrungen, welche sich auf Gefahren beziehen, oder auf besonders ausgebildete, in ihrem Nervensystem begründete Reflexthätigkeit. Für die erstere Annahme spricht, dass die Meerschweinchen unter sich sehr zänkisch sind, sich gerne untereinander blutig befehden, wie sie auch ihre Jungen auffressen.

Wie leicht umgekehrt Thiere zahm, sorglos werden können, sobald sie der Sorge um ihre Sicherheit enthoben sind, das beweisen mir z. B. die folgenden Thatsachen. Bei einem Aufenthalt auf dem westfriesischen holländischen Eiland Rottum lief die sonst so scheue Wasserralle, Rallus aquaticus, so unbesorgt dicht neben mir in den Wassergräben herum, dass ich den Vogel beinahe mit den Händen hätte greifen können. Dieses Eiland ist von der holländischen Regierung

an einen Eiervogt verpachtet, dessen Einnahme im Sammeln der Vogeleier besteht, und es darf daher auf demselben kein Vogel verfolgt, überhaupt darf darauf nicht geschossen werden. Auf dem Dache des Hauses des Eiervogts, auf welches eine Leiter zum Auslug nach dem holländischen Festlande und nach unserer Insel Borkum geht, setzte sich jeden Morgen dicht neben mir ein Staar hin und zwitscherte fröhlich und unbesorgt in die Welt hinein, als sähe er mich gar nicht. — Im Nildelta und sonst in Aegypten traf ich im Winter dieselben Zugvögel, welche bei uns sehr scheu sind, ungemein zahm, weil sie auf Grund der thierfreundlichen Auffassung der Muhamedaner von diesen nicht verfolgt werden — höchstens von Europäern und besonders von mordlustigen Engländern ungebildeter, aber ausserhalb Englands leider herrschender Klasse. In meinem Garten kennt mich jeder Sperling und von weiter Ferne her jede Krähe, weil ich diese Thiere verfolge. Einst schoss ich im Beisein eines Freundes eine Krähe vom Dach meines Hauses herab, während die Tauben und die Staare auf demselben Dache zum grössten Erstaunen des Freundes, welchem ich dieses vorausgesagt hatte, ruhig sitzen blieben. Sie hatten die Ziele meiner Flinte schon oft genug kennen gelernt und wussten, dass sie nicht ihnen gelten.

Ich führe diese Beispiele an in der Ueberzeugung, dass Weismann selbst ihrer zahlreiche kennt, und dass er nur von einem besonderen, meiner Ansicht nach vielleicht nicht ganz richtig gedeuteten und überhaupt nicht allein massgebenden Falle ausgegangen ist.

Aber wenn Weismann das Zurücktreten des „Furchtinstinkts“ auf Nachlass der Naturzüchtung zurückführen will, so muss ich hervorheben, dass meine Beispiele solcher Ansicht doch durchaus widersprechen: sie sprechen vielmehr für die allbekannte Thatsache, dass Furchtsamkeit sogar bei wilden Thieren in verhältnissmässig kurzer Zeit durch gewonnene Erfahrung beseitigt werden, und dass durch Erfahrung auch tiefsitzende, vererbte Furchtsamkeit — Furchtinstinkt, wenn man so sagen will — schwinden kann, weiter dafür,

dass solcher Furchtinstinkt, eben weil er durch Erfahrung zu beseitigen ist, auf vererbter, erworbener Erfahrung begründet sein muss.

Zum Schlusse seiner Behandlung des Furchtinstinkts sagt Weismann: „Bei den Meerschweinchen wie bei den verschiedenen Arten von Fasanen, welche in den Hühnerhof Aufnahme gefunden haben, sind gerade die jungen Thiere die wildesten. Der Flüchtungstrieb wird also gerade hier noch ziemlich unverkürzt vererbt, und die Zähmung muss bei jedem einzelnen Individuum von Neuem beginnen. Die Zahmheit des erwachsenen Thieres ist hier noch eine „erworbene", d. h. im Einzelleben erworbene Eigenschaft, sie ist noch nicht in die Keimesanlage übergegangen, oder besser: sie rührt noch nicht von einer Veränderung der Keimesanlage her, wie sie durch Allgemeinkreuzung allmählich eintreten muss, sondern sie entsteht ganz so, wie bei einem jung eingefangenen wilden Thiere, einem Fuchs, Wolf, Fink oder einer Ratte, die sich ja alle bis zu einem gewissen Grad zähmen lassen, d. h. an das Fehlen von Feinden gewöhnen".

Ich bemerke, dass diese Sätze meiner eigenen Auffassung vollkommen entsprechen könnten, sofern sie die Aufnahme erworbener Eigenschaften in das Keimplasma anerkennen wollten — allein die Worte: „wie sie durch Allgemeinkreuzung eintreten muss" stellen offenbar den vollen Gegensatz unserer beiderseitigen Ansicht in volles Licht — womit ich nicht sagen will, dass ich nicht auch bei der Rückbildung geistiger Eigenschaften der „Panmixie" eine Bedeutung zugestehe. Um übrigens den Grad angeborener Furcht, z. B. von Fasanen vor dem Menschen, beurtheilen zu können, müssen wir sie selbst aufziehen und nicht von Hühnern aufziehen lassen: von der Glucke aufgezogene Küchlein sind alsbald scheu, vom Menschen aufgezogene dagegen von vornherein zahm (vergl. das Folgende).

Nach meiner Auffassung geschieht eben auch die Ausbildung des Instinkts ganz ebenso durch Eingeprägtwerden der Erfahrung wie die Zähmung des Einzelthieres: das Furchtloswerden des

letzteren auf Grund der Erfahrung gibt die Grundlage ab für die Entstehung des Instinkts — hat es sich vererbt, so reden wir vom Instinkt. Und dasselbe gilt für Rückbildung des Instinkts. Ich kann das Einzelthier und seine Nachkommen hier so wenig wie in morphologischer Beziehung vollkommen auseinanderhalten.

Dieselben und noch andere Einwände, wie ich sie gegen die Weismann'sche Erklärung des Verkümmerns des „Flüchtungstriebs" geltend gemacht habe, glaube ich gegen seine Erklärung des weiter von ihm behandelten Verkümmerns des Instinkts der Nahrungssuche geltend machen zu müssen.

Weismann sucht auch die Thatsache, dass verschiedene Thiere das Aufsuchen der Nahrung, ja das Fressen verlernt haben, auf Aufhören der Naturzüchtung, auf Panmixie, ausschliesslich zurückzuführen: junge Vögel (Nesthocker) lassen sich füttern, ebenso gewisse Ameisenarten und gewisse Individuen im Ameisenstaat. Die röthliche Ameise, Polyergus rufescens, raubt bekanntlich die Puppen der grauen Formica fusca und erzieht sie zum Füttern ihrer Brut und ihrer selbst — denn sie selbst hat das Aufsuchen der Nahrung völlig verlernt. Solche Verkümmerung des in Rede stehenden und anderer Instinkte bezieht sich aber auf Arbeiterinnen, d. h. auf Thiere, welche keine Nachkommen hervorbringen. „Das Schwinden der betreffenden Triebe kann also unmöglich dadurch zu Stande gekommen sein, dass das einzelne Thier sich z. B. daran gewöhnte, seine Nahrung nicht mehr selbst zu suchen, und dass diese Gewohnheit sich auf seine Nachkommen in irgend einem Grade übertrug".

Die letztere Begründung scheint sehr bestechend zu sein. Es muss aber hervorgehoben werden, dass auch die Ameiseneltern sich füttern lassen, ebenso wie die Bieneneltern, und dass also eine Vererbung der Verkümmerung des „Instinkts der Nahrungssuche" sehr wohl stattgefunden haben kann. Aber wenn dies auch nicht der Fall wäre, so würde das Auftreten ererbter Verkümmerung sich nach meinen Auffassungen sehr wohl auf andere Weise erklären

lassen — ich muss hiezu verweisen auf das Beispiel von der Vererbung der Eigenschaften der gleichfalls geschlechtslosen Arbeitsbienen, welches ich im Folgenden behandeln werde.

Im Uebrigen bin ich der Ansicht, dass Nachlass der Naturzüchtung zur Erklärung des Schwindens des Instinkts der Nahrungssuche weder nothwendig, noch ausreichend ist. Nimmt ein Thier unter gewöhnlichen Verhältnissen keine Nahrung auf, so verhungert es eben, und mit der Panmixie ist es aus. In den bisher erwähnten Fällen ist die Nahrungssuche durch Gefüttertwerden ersetzt worden. Es steht nichts der Annahme entgegen, dass Verkümmerung des Instinkts der Nahrungssuche durch Fütterung von Seiten der Eltern oder anderer Dritter individuell erworben und vererbt worden ist. Die von mir seit Jahren in Gefangenschaft gehaltenen Axolotl haben es verlernt, selbstthätig die Nahrung aufzusuchen, weil sie regelmässig aus der Hand des Dieners mit Fleisch gefüttert werden. Würde dieses Verhältniss durch Generationen fortbestehen, so müsste der Mangel an jener Selbstthätigkeit erblich werden, schon deshalb, weil Hand in Hand mit dieser Gleichgültigkeit eine ganze Reihe von Fähigkeiten der Thiere Noth leiden müsste — theils unmittelbar in Folge des Nichtgebrauchs von Organen, theils in Folge des Aufhörens der Naturzüchtung. Aber da letztere in der Gefangenschaft überhaupt weniger bedeutungsvoll sein kann, so würde die Wirkung des ersteren, wie weitere Betrachtungen zeigen werden, vorzüglich massgebend für die Rückbildung werden. Zuletzt würden die Axolotl einfach durch Nichtgebrauch ihrer Organe, ganz wie die Arbeiter von Polyergus rufescens, so weit kommen, dass sie unfähig würden, auf andere Weise als durch Fütterung von Seiten eines Dritten Nahrung aufzunehmen.

Besondere Beispiele für Verstand und Vernunft bei Thieren.

Ich kann nicht entfernt alles das, was im Vorstehenden als Instinkt, insbesondere was als Furchtinstinkt aufgeführt

oder von mir zur Beurtheilung des Wesens des Instinkts angezogen worden ist, als solchen anerkennen. Wenn Staare und Tauben ruhig auf dem Dache sitzen blieben, von welchem ich eine Krähe herunterschoss, wenn mich gewisse Vögel im Garten als Freund kennen, andere als Feind, so ist das nicht Instinkt, sondern Verstand, denn in verhältnissmässig kurzer Zeit haben die Thiere aus Thatsachen bestimmte Schlüsse in Beziehung auf mich gezogen und verhalten sich darnach. Vor Allem spricht für Verstandesthätigkeit unter den von mir angeführten Thatsachen die, dass dieselben Zugvögel, welche in Europa auf Grund ihrer Erfahrungen den Menschen gegenüber höchst scheu sind, in Afrika, wohin sie im Winter ziehen und wo sie nicht verfolgt werden, ganz zahm sind. Gewiss unterscheiden auch die Vögel an den nordischen Küsten, z. B. die Enten, welche dort, ähnlich wie auf Rottum, der Eier wegen ja vielfach geschützt werden, ihnen freundliche und feindliche Gestade. Die Eiderente z. B., welche an Orten, an denen ihr Schutz gewährt wird, zum freiwilligen Hausthier geworden ist und alljährlich aus der Ferne herziehend als solches sich dem Menschen wieder stellt, wird ihr gefährliche andere Orte wohl zu vermeiden wissen.

Will man ernstlich die geistigen Eigenschaften durch zufällige Variabilität des Keimplasma erklären, wie diejenigen thun müssen, welche die Vererbung erworbener Eigenschaften leugnen, so wird man freilich in der Beurtheilung der geistigen Eigenschaften der Thiere nach Bedürfniss schalten, dieselben auch insgesammt und unterschiedslos mit einem beliebigen inhaltslosen Namen bezeichnen können, wie „Instinkt" es dann ist, wenn man den Begriff nicht auf erworbene vererbte Eigenschaften zurückführt. Alle und jede Erklärung, alles und jedes Verständniss für die stufenweise Umbildung und Vervollkommnung und für das Wesen der geistigen Eigenschaften überhaupt ist aber dann ausgeschlossen.

Ich erkenne wohl „Furchtinstinkt" an, d. h. durch Erfahrung der Vorfahren der Thiere erworbene und vererbte Furcht. Aber

die von mir schon mitgetheilten Beispiele zeigen, wie leicht dieser „Instinkt“ bei manchen Thieren durch Erfahrung beseitigt werden und der Erkenntniss Platz machen kann, dass sie Zutrauen z. B. zum Menschen haben dürfen. Und andererseits zeigen mir Erfahrungen, wie schnell umgekehrt durch Erfahrung Zutrauen in Misstrauen bei ihnen verwandelt wird. Zahllose andere Thatsachen aber beweisen, wie Furcht und Sicherheit, Misstrauen und Zutrauen bei Thieren von Fall zu Fall nach den Umständen wechseln.

Ein Buchfinkenmännchen in meinem Garten war vor einigen Jahren mir gegenüber so zahm geworden, dass es mir überall hin nachflog, um die ihm dargereichten Hanfsamen und Mehlwürmer in Empfang zu nehmen. Wo ich im Garten stand und ging, da erschien der Fink aus dem Gebüsch, setzte sich auf den nächsten Ast oder vor mich auf die Erde und verlangte durch seinen kräftigen Ruf: „Pink, Pink!“ sein Futter. Hatte er mich aber nicht bemerkt, so durfte ich ihm nur, seinen Ruf nachahmend, pfeifen, und er erschien. Er ging mir zuletzt selbst ins Haus nach, von Zimmer zu Zimmer, um sich füttern zu lassen. Trotz dieser Zutraulichkeit konnte ich ihn einstweilen nicht dazu bringen, mir aus der Hand zu fressen. Er kam allerdings der Hand immer näher, pickte sogar nach dem Futter auf ihr, um sich jedoch schnell wieder zurückzuziehen, ohne es ergriffen zu haben. Man sah ihm an, wie er den Rest von Furcht, der ihm geblieben war, immer wieder zu überwinden suchte, aber er konnte ihn vorerst nicht überwinden. Indessen war mein Bestreben darauf gerichtet, dies zu erreichen und die sichtbaren Fortschritte liessen auch erhoffen, dass es mir in Kurzem gelingen würde, als ein unglücklicher Zufall die Sachlage plötzlich änderte, dem ganzen Vertrauen ein jähes Ende bereitete. Eines Tages liess ein Sperling auf einem Baum vor meinem Fenster sein unermüdliches eintöniges, schrilles Pfeifen ertönen, welches um so unerquicklicher in die Ohren dringt, je eifriger und je mehr es mit dem bekannten ärmlichen Anflug von Ton-

fall geübt wird. Da mich der Bursche wiederholt so bei der Arbeit gestört hatte, beschloss ich seinen Untergang und schoss, mich heranschleichend, ein mit Schroten geladenes Zimmerflintchen auf ihn ab. Da flog plötzlich mein lieber Fink aus dem Baum heraus, in welchem er, unbemerkt von mir, gesessen hatte — die Schrote mussten um ihn herumgeflogen sein. Mein Schmerz über den Zufall war ein tiefgehender, denn was von vornherein zu erwarten gewesen war, trat ein: der Fink mied mich fortan scheu, und ich brachte es trotz allen Lockens kaum wieder dahin, dass er durch mich ausgestreutes Futter selbst in grösserer Entfernung von mir vom Boden aufnahm. Nach kurzer Zeit aber war er mitsammt der Familie, welche er gegründet hatte, ganz aus meinem Garten verschwunden.

Es sind das jetzt zwei Jahre her. Wenn ich an einem bestimmten Tische im Garten sass, war damals mit dem Finken häufig auch ein Rothschwänzchen gekommen, welches gleich ihm die ihm zugeworfenen oder die von mir auf den Tisch gelegten Mehlwürmer, wenn auch immer unter Beobachtung grosser Vorsicht, weggeholt hatte. Ich beachtete das Rothschwänzchen nach dem Unglück mit dem Finken nicht weiter. Da, vor einigen Tagen, sass ich wieder an jenem Tisch, und als ich zufällig ein Zündholz wegwarf, flog das Rothschwänzchen herbei, in der Meinung, ich hätte ihm, wie früher, einen Mehlwurm hingeworfen, und auch nachdem es seinen Irrthum bemerkt hatte, wich es nicht aus meiner Nähe, indem es von Zweig zu Zweig flog, in der Erwartung, dass ich ihm etwas zuwerfe für die Jungen, welche es zu füttern hatte und die, im Gebüsch hockend, nach Nahrung riefen.

Noch viel weiter von Instinkt entfernt sind die folgenden Aeusserungen des geistigen Lebens von Vögeln.

Wie schlau die Sperlinge sind, wie vorsichtig gegenüber von Gefahren, ist bekannt. In einem der schneereichen Winter der letzten Jahre, als die Sperlinge ums Haus herum sehr hungrig waren, liess ich einen Versuch machen, ihrer eine Anzahl unter

einem grossen Sieb zu fangen, dessen Rand an einer Seite durch ein Hölzchen gestützt war, welches mit einem langen Bindfaden in Verbindung stand, der, im Schnee liegend, durch eine Oeffnung der Thür bis ins Haus hinein führte, wo mein kleiner Sohn sass, um den Faden anzuziehen, sobald Sperlinge unter das Sieb gegangen wären. Als Lockspeise war unter das Sieb und aussen um dasselbe herum Gerste gestreut worden. Die Sperlinge sammelten sich zu Dutzenden um das Sieb und frassen bis genau an den Rand desselben die Gerste bis auf das letzte Körnchen weg, dann umflogen und umschrieen sie in Hunger und Aerger das Sieb — aber nicht ein einziger liess sich verlocken, darunter zu gehen.

Solche Thatsachen sind hinreichend bekannt, aber man staunt doch über den Verstand der Thiere, wenn man sie zum ersten Mal selbst sieht.

Ein Bekannter zeigte mir kürzlich, wie man im Winter die Meisen mit Körnern reichlich füttern kann, ohne dem ausgesetzt zu sein, dass die frechen Spatzen das Futter wegholen: er hat auf seiner Veranda Kistchen an die Wand und an die Pfosten genagelt, in welche er das Futter thut. Die Meisen holen das Futter heraus, die Spatzen aber fürchten, die Kistchen könnten etwas für sie Gefahrvolles, absichtlich zu ihrem Verderben Dargereichtes enthalten, oder sie könnten darin gefangen werden und deshalb lassen sie das Futter unberührt. Da sie wohl wissen, dass sie auch sonst vom Besitzer des Hauses verfolgt werden, die Meisen aber nicht, kann der Umstand, dass die Meisen durch das Holen des Futters in den Kistchen keinen Schaden leiden, kein Grund sein, sie von ihrem Misstrauen zu befreien, und ist diese hochgradige Vorsicht nur ein Beweis nicht etwa für ihren durch Variation des Keimplasma entstandenen Furchtinstinkt, sondern für einen hohen Grad von Fähigkeit zu überlegen und Schlüsse zu ziehen — für einen hohen Grad von Verstand.

Die höchste Ueberraschung aber erregte bei mir folgende andere Erfahrung, welche ich in Beziehung auf die geistigen Fähigkeiten

der Sperlinge gemacht habe, und zugleich ist dieselbe ein noch auffallenderes Beispiel für das Gedächtniss von Vögeln als das vom Rothschwänzchen mitgetheilte.

Zu den zootomischen Uebungen für meine Studenten brauche ich jedes Jahr eine grössere Anzahl von Vögeln. Da ich nützliche Vögel selbstverständlich nicht opfern will, richte ich mein Augenmerk vor Allem auf den Sperling, als den gemeinsten unter denjenigen unserer Vögel, deren Schaden ihren Nutzen weit übersteigt, trotzdem unsere Gesetze ihn — ich möchte sagen fast unglaublicher Weise — noch schützen. Eines Tages las ich in einem landwirthschaftlichen Blatte die Anzeige einer Falle, mit welcher man zwölf und mehr Spatzen auf einmal fangen könne. Das passte mir! Ich liess mir eine solche Falle kommen. Dieselbe besteht aus einem Drahtkorb von cylindrischer Gestalt, von etwa $^1/_2$ m Höhe und ebensoviel Breiten-Durchmesser, dessen Decke eine trichterförmig gegen den Boden des Korbes eingezogene Röhre bildet — sie ist also gebaut nach Art der gläsernen Tintenfässer, welche umfallen können, ohne dass die Tinte herausfliesst, und nach Art gewisser Maus- und Rattenfallen oder Fischreusen. Wenn die Thiere durch die Röhre in das Gefäss gelangt sind, auf dessen Boden man als Lockspeise Futter gestreut hat, so finden sie sich nicht wieder heraus.

Der Erfolg der Anwendung meiner Falle war ein überraschender: sofort hatte sich ein volles Dutzend Spatzen darin gefangen. Diese wurden möglichst vorsichtig auf die Seite gebracht, so dass vor ihren Genossen weiter kein Aufhebens gemacht wurde. Die Falle wurde wieder aufgestellt, und abermals fingen sich alsbald 9 Spatzen darin. Ich war sehr froh über die schöne Erfindung dieser Falle, denn nun schien mir für alle Zukunft geholfen zu sein. Allein es sollte anders kommen. Es erregte schon meine Aufmerksamkeit, dass alle in der Falle gefangenen Sperlinge junge, im Frühjahr geborene Vögel waren, also nur wenig erfahrene Thiere. Kein einziger alter Spatz war in die Falle gegangen. Und als ich diese nun zum

dritten Mal aufgestellt hatte, ging überhaupt keiner mehr hinein — sie stand Wochen und Wochen, der Hof war voller Spatzen, ich fing keinen weiter.

Nun, ich tröstete mich auf das nächste Jahr, dann, dachte ich, lassen sich wieder junge Spatzen fangen und gegen zwei Dutzend Spatzen war schon ziemlich hinreichendes Material für meine Zwecke. Allein ich hatte die Rechnung ohne den — Spatzenverstand gemacht. Als ich das nächste Jahr die Falle wieder hervorholen und aufstellen liess, ging kein einziger Sperling hinein. Es zeigte sich dabei aber ein eigenthümliches Schauspiel: wohl hatten augenscheinlich mehrere Spatzen Lust und die Absicht hineinzugehen, und das waren offenbar die jungen, unerfahrenen, welche seit der letzten Aufstellung der Falle geboren waren — aber andere Spatzen, wohl die alten, welche das Gefährliche des Drahtkorbs durch die Verluste ihrer Familien kennen gelernt hatten, hielten sie durch fortwährendes ängstliches Warnen davon ab, indem die Männchen unter ihnen, sobald sich einer der Gelbschnäbel dem Käfig näherte, auf das lebhafteste den Warnruf ausstiessen, welchen sie überhaupt hören lassen, sobald Gefahr vorhanden ist, und welcher in einem fortgesetzten scharfen, schnarrenden rrrrrrr besteht.

Aber das Merkwürdigste ist nun das Folgende: es sind jetzt 9 Jahre her, dass ich die Falle zum ersten Mal aufgestellt hatte. Ich habe seitdem fast alljährlich den Versuch wiederholt und jedesmal mit demselben Ergebniss — es ist kein einziger Sperling mehr in die Falle gegangen, auch nicht im letzten Winter, als in Folge des lange liegenden, tiefen Schnees die grösste Noth unter den Vögeln herrschte. Es hat sich unter den Spatzen die Kenntniss, bezw. die Ueberlieferung von der Gefährlichkeit des Drahtkorbs erhalten, selbst nachdem ich es einmal während zweier Jahre unterlassen gehabt hatte, ihn aufzustellen.

Bekannt ist jedem Freunde der lebenden Natur und insbesondere jedem Jäger die Schlauheit der Krähen. Sie lassen die harmlosen Spaziergänger ganz nahe an sich herankommen,

den Jäger mit der Flinte aber fliehen sie von Weitem. Ich habe Freunden wiederholt folgendes Beispiel ihres Verstandes gezeigt. Mein Garten steigt in einen steilen Weinberg an. Auf die Rebstecken setzen sich gerne Krähen nieder, unbeweglich und scheinbar sorglos und achtlos ruhend. Sie konnten früher, als die Bäume des Gartens noch niedriger waren, auf einen in demselben stehenden Tisch herabsehen. Auf den Tisch legte ich meine Flinte und daneben einen Stock. Sowie ich nun die Flinte in die Hand nahm, flogen die Krähen sofort davon — ergriff ich dagegen den Stock, so blieben sie ruhig sitzen. Sie achteten genau auf alles, was vorging, erkannten und beurtheilten die ihnen gefährliche Flinte richtig, selbst aus der gegebenen erheblichen Entfernung.

Je mehr man die höheren Thiere im freien Leben beobachtet, um so mehr wird man von Bewunderung über ihren Verstand erfüllt. Als Verstand und nicht als Instinkt ist auch die Thatsache zu erklären, dass die Kuhreiher (Ardea russata) in Aegypten vor dem herannahenden Jäger unter die Rinder und Büffel auf dem Felde fliehen, weil sie wissen, dass sie dort vor der Verfolgung durch ihn geschützt sind, denn es ist nicht anzunehmen, dass diese Vorsicht eine automatische, eine vererbte Gewohnheit geworden sei, schon weil es, wie gesagt, nur mordlustige Fremde sind, welche die Vögel in jenem Lande zuweilen verfolgen.

Ein eigenthümliches Beispiel von Furcht eines Thieres erlebte ich bei Gelegenheit eines Aufenthalts auf Rottum. Der Eiervogt hatte einen grossen jungen Hund, eine Art Schäferhund von Rasse. Da sich Niemand auf dem Eiland um das Thier bekümmerte, schloss es sich mir aus Geselligkeitsbedürfniss unaufgefordert an und lief mir überallhin nach. Eines Tages ging ich an den Strand, um zu baden. Ich hatte mir dort, unterhalb einer hohen Düne, eine Stelle ausgesucht, an welcher das Meer allmälig tiefer wurde, so dass ich eine weite Strecke hineingehen konnte, ohne auf Untiefen zu stossen. Der Hund war mir gefolgt, hatte sich auf die Düne gesetzt und sah zu, wie ich mich auskleidete.

Mit wachsender Neugier folgte er jeder meiner Bewegungen, als ich ein Kleidungsstück um das andere ablegte. Zuerst war diese Neugier offenbar eine wohlgefällige: etwas wie Freude über ein gewisses Mass von Verständniss dessen was vorging, sprach sich in der wiederholten Neigung des Kopfes, dem drolligen schiefen Zuwenden der einen Seite desselben nach dem Gegenstand der Aufmerksamkeit unter Schielen nach oben aus, ein Verhalten, wie es insbesondere von jungen Hunden bekannt ist. Als ich aber in der Entkleidung weiter schritt und bis zum Ausziehen des Hemdes kam, sah ich allmälig Zeichen von Unruhe und Furcht an dem Hunde auftreten: zuweilen legte er plötzlich die vorher gespitzten Ohren nieder und wendete den Kopf wie zur Flucht, dann ermannte er sich wieder zu weiterem Bleiben. Diese Zeichen von Angst machten aber dem grössten Entsetzen Platz, nachdem ich das Hemd abgeworfen hatte: noch schaute mich der Hund wie erschreckt einen Augenblick an, als ich aber ins Wasser hineinschritt und weniger und weniger daraus hervorragte, so dass ich ihm vielleicht kleiner zu werden oder zu verschwinden schien, da wurde ihm der Spuk zu arg: plötzlich legte er die Ohren nach rückwärts, zog den Schwanz zwischen die Beine und lief was er laufen konnte landeinwärts davon. Als ich bald darauf angekleidet wieder in der Nähe des Hofes erschien, betrachtete mich der Hund von ferne mit dem grössten Misstrauen und fortan wich er mir ängstlich aus. Uebrigens machte mir der ganze Vorgang den Eindruck, dass der Hund nur vor der ihm unbekannten Erscheinung eines fast entkleideten, bezw. nackten Menschen sich entsetzte, und dass er nur deshalb nicht von vornherein, noch bevor ich ins Wasser ging, durchbrannte, weil er mit dem Schlusse, es mit einem Spuk zu thun zu haben, noch nicht fertig war.

Es beweist dieser Fall, wie sehr man mit der Anwendung des Begriffes Furchtinstinkt, wenigstens im Sinne der Vererbung von Furcht vor *bestimmten* Dingen, vorsichtig sein muss. Der Hund fürchtete sich vor Etwas, was er noch nie gesehen

hatte, weil es ihm unbegreiflich, geheimnissvoll, gespensterhaft erschien. Ein solches Verhalten bei einem Thiere ist auch noch deshalb sehr bemerkenswerth, weil sich unmittelbar das Vermögen von übersinnlichen Vorstellungen daran anschliessen und weil sich demnach erwarten lässt, dass auch dieses Thieren gegeben sei. Furcht vor ihnen unbegreiflichen Dingen ist ja auch bei Menschen die Ursache zu solchen Vorstellungen und bei vielen wilden Völkern noch heute deutlich die Ursache zum Glauben an ein höheres Wesen. Man erzählt, dass Hunde nackte Menschen nicht anbellen [1]), was wohl ebenfalls auf Furcht vor dem Unbekannten zurückzuführen ist, wie ihre Furcht vor dem Donner. Auch sollen Thierbändiger zum Zweck des Abrichtens der Thiere nackt in die Käfige gehen. H. Spencer schreibt Hunden sogar Fetischismus zu: sie meinen nach Umständen, dass leblose Gegenstände beseelt würden [2]).

Einige hübsche, der meinigen ähnliche Beobachtungen an Hunden hat G. J. Romanes [3]) gemacht. Ich füge die wichtigsten derselben hier an. Herr Romanes berichtet:

„Mein Hund pflegte, wie viele andere seiner Art, mit Knochen zu spielen, indem er sie in die Höhe schleuderte, sie eine Strecke weit von sich warf und ihnen dadurch den Anschein einer Belebung verlieh, wobei er sich das eingebildete Vergnügen verschaffte, sie zu erwürgen. Eines Tages nun reichte ich ihm zu diesem Zwecke einen Knochen, an dem ich einen langen, dünnen Faden befestigt hatte. Nachdem er ihn eine kurze Weile in die

1) Vergl. z. B. Adolf v. Conring, Marokko, das Land und die Leute, Berlin 1880: Mansur schleicht Nachts ins Zelt zu der neben ihrem Ehegemahl ruhenden Fatme „vollständig nackt, da er weiss, dass kein Hund einen nackten Menschen anbellt“.

2) H. Spencer, Principien der Sociologie, deutsche Ausgabe, 1877, S. 536.

3) G. J. Romanes, Die geistige Entwicklung im Thierreich. Deutsche Ausgabe, Leipzig 1885, S. 163 ff.

Höhe geschleudert, benutzte ich die Gelegenheit, als er eine Strecke weit von ihm weggefallen war, ihn mittelst des langen, unsichtbaren Fadens langsam fortzuziehen: sofort wechselte der Hund sein ganzes Benehmen. Der Knochen, mit dem er früher nur so gethan hatte, als ob er ihn für belebt hielte, wurde es nun wirklich in seinen Augen, und sein Erstaunen darüber kannte keine Grenzen. Er näherte sich ihm zuvörderst mit grosser Vorsicht . . . . . . ; als aber die langsame Rückwärtsbewegung nicht nachliess und es ganz sicher für ihn wurde, dass die Bewegung nicht mehr auf Rechnung der Kraft gesetzt werden konnte, die er selbst mitgetheilt hatte, verwandelte sich sein Erstaunen in Entsetzen, und er rannte fort, um sich unter dieses oder jenes Möbel zu verbergen und dem so unbegreiflichen Schauspiel eines lebendig gewordenen Knochens aus der Ferne zuzusehen.“ . . . .

. . . „Eines Tages liess ich ihn nämlich in ein mit einem Teppich belegtes Zimmer, wo ich eine Seifenblase aufblies und diese dann mittelst eines geeigneten Luftzuges über den Boden gleiten liess. Er zeigte sich sofort stark dafür interessirt, schien sich jedoch nicht darüber entscheiden zu können, ob das Ding lebend sei oder nicht. Anfänglich war er sehr vorsichtig und folgte ihm nur in einer gewissen Entfernung; als ich ihn aber ermuthigte, näherte er sich mit gespitztem Ohre und eingekniffenem Schweife, anscheinend mit grossem Misstrauen, und retirirte sofort, wenn es sich wieder zu bewegen begann. Nach einiger Zeit, währenddem ich stets wenigstens eine Blase auf dem Teppiche gehalten, fasste er mehr Muth, und während der wissenschaftliche Geist bei ihm über das Gefühl für das Geheimnissvolle die Oberhand erhielt, wurde er schliesslich so kühn, sich vorsichtig einer Seifenblase zu nähern und sie mit seiner Pfote zu berühren. Die Blase barst natürlich sofort und niemals sah ich eine stärker ausgeprägte Ueberraschung. Nach Ersetzung der geplatzten Seifenblase blieb meine Aufmunterung zur Annäherung längere Zeit umsonst; endlich kam er doch wieder und streckte vorsichtig seine Pfote aus, wie zuvor,

natürlich mit demselben Erfolge. Nach diesem zweiten Versuche konnte ihn aber nichts mehr bewegen, einen solchen zu wiederholen, und auf mein erneutes Andringen rannte er zum Zimmer hinaus, in das ihn kein Schmeicheln zurückzubringen vermochte."

Nicht auf Instinkt, sondern auf höhere geistige Fähigkeit ist auch die Neugier zu beziehen, welche selbst bei geistig sonst ziemlich tiefstehenden Thieren offenbar eine sehr grosse Rolle spielt. Wenn ich auf Rottum zeichnend mein Skizzenbuch vor mir hatte, so kamen die weidenden Kühe näher und näher, stellten sich im Kreise um mich herum, streckten, regungslos stehend, die Hälse aus und glotzten auf mein Papier, um zu sehen, was da los sei. Sie kamen mir so nahe, dass sie mir lästig wurden und dass ich sie mit dem Stocke wegtreiben musste. Aber immer wieder machten sie von Neuem den Versuch, in das Geheimniss einzudringen.

In meiner Abhandlung über Lacerta muralis coerulea beschrieb ich, wie die Knaben auf der Insel Capri die Neugierde der Mauereidechsen benutzen, um die sonst so schwer zu erhaschenden Thierchen mit Leichtigkeit zu fangen. Sie nehmen einen langen, starren, dürren Grashalm und machen am dünneren Ende desselben eine Schlinge. Dann legen sie sich auf den Bauch und halten den Grashalm mit ausgestrecktem Arme vor sich hin gegen das Versteck, in welches sich soeben eine Eidechse verborgen hatte. Die Neugierde reizt das Thierchen derart, dass es der Schlinge näher und näher kommt um sie sich zu besehen, so dass der Knabe ihm dieselbe über den Kopf ziehen und es fangen kann. Um den Reiz der Neugier zu steigern, bilden die Knaben auch dadurch, dass sie auf die Schlinge spucken, darin ein schillerndes Häutchen.

Später habe ich dann die berühmte Statue des Apollo Sauroktonos durch diese auch sonst in Italien verbreitete Uebung des Fanges von Eidechsen zu erklären versucht [1]). Dieselbe stellt bekanntlich einen noch dem Knabenalter nahen Jüngling dar,

---

1) „Variiren der Mauereidechse", Abschnitt „Sauroktonos".

welcher, während er mit dem linken Arm an einen Baumstamm gelehnt ist und mit der rechten Hand ein Stück eines dünnen Stabes hält, in lauernder Stellung eine am Baumstamme hinaufkletternde Eidechse mit den Augen verfolgt. Die Archäologen meinen, dass der Knabe mit jenem Stabe, bezw. mit einem Pfeile, von welchem der Stab ein Stück darstellen würde, beabsichtige, die Eidechse zu durchbohren. Die Eidechse kriecht aber an den



Fig. 1. Sauroktonos.

Knaben heran. Dies und die ganze Haltung des Sauroktonos, ebenso die Art, wie er das Stabstück in den Fingern hält, weist meiner Ansicht nach auf das Bestimmteste darauf hin, dass wir im Sauroktonos einen Knaben vor uns haben, welcher mit der Grasschlinge auf eine Eidechse lauert. Denn jene Haltung ist eine durchaus ruhig erwartende, fast nachlässige, und leicht und spielend, nicht fest und sicher, wie man einen Pfeil hält, mit dem

man tödten will, hält der Knabe das Stabstück in den Händen. Friedlich, eher Spiel als ernste Uebung andeutend, ist endlich der Ausdruck seines Gesichts.

Erst durch diese Erklärung wird, wie ich sagte, die Haltung der Statue verständlich und erscheint diese in ihrer ganzen lebenswahren Harmonie [1]).

Ein Exemplar des Sauroktonos, welches im Jahre 1777 auf dem Palatin ausgegraben wurde, befindet sich im Vatikan, ein anderes, kleineres, in Erz, bei S. Balbina gefunden, in der Villa Albani in Rom, eines u. A. in Paris. Ich kenne die beiden ersteren aus eigener Anschauung. An dem bekanntesten und schönsten, dem vatikanischen, sind die beiden Arme von den Schultern ab erneuert, an dem in der Villa Albani soll die rechte Hand neu oder ausgebessert sein, auch am Pariser Exemplar sei der rechte Vorderarm mit der Hand neu, wie auch die Finger der linken. Ueberall aber deuten Haltung von Arm und Hand, wie die des ganzen Körpers, nur auf leichte Handhabung eines Grashalms hin.

Ich weiss nicht, ob die Methode, die Eidechsen mit Schlingen zu fangen, auch in Griechenland geübt wurde und wird. Die Beziehungen zwischen Italien und Griechenland werden aber wohl hingereicht haben, dem Praxiteles, auch wenn dies nicht der Fall war, den Stoff zu seiner Statue an die Hand zu geben.

---

1) Die Archäologen haben wohl auch die der meinigen näher stehende Ansicht ausgesprochen, der Knabe wolle die Eidechse mit seinem Stabe kitzeln. Die Ansicht aber, dass er sie mit einem Pfeile tödten wolle, bezieht sich, soviel ich weiss, auf die Angabe von Plinius (Hist. nat. XXXIV. 70): „fecit“ (ex aere Praxiteles, welchem die Statue von ihm zugeschrieben wird) · „puberem Apollinem subrepenti lacertae cominus sagitta insidiantem quem sauroctonon vocant.“ Apollo soll aus den Zuckungen der sterbenden Eidechse Zukünftiges verkünden wollen. Ein auf unsere Statue bezügliches Epigramm des Martial lautet:

„Sauroctonus Corinthius (d. i. aus korinthischem Erz).
Ad te reptanti, puer insidiose, lacertae
Parce, cupit digitis illa perire tuis.“



Auf wie alte Zeiten sich ähnliche Uebungen zurückführen lassen, wie zäh sie sich auf die Nachwelt vererben und in ihr erhalten, dafür liefert mir den Beweis ein Freskogemälde im etruskischen Museum im Vatikan, einen Knaben darstellend, welcher einen durch einen Bindfaden an den Beinen festgehaltenen Vogel flattern lässt, ein Verfahren, welches heute noch zu den gewöhnlichsten Thaten der täglichen Thierquälerei in Italien gehört, und welches sonach mindestens seit dem ins Dunkel einer unbekannten Vorzeit ragenden Leben des Etruskervolkes gedankenlose Menschenkinder beschäftigt hat.

Diese in meiner Abhandlung über „das Variiren der Mauereidechse" gemachten Aeusserungen möchte ich in Bezug auf den hier vorliegenden Gegenstand dahin ergänzen, dass ich mit der Bemerkung, es vererben sich solche Uebungen auf die Nachwelt, zwar nicht eine instinktive Vererbung, sondern nur Ueberlieferung meinte. Allein wer die Verhältnisse der Thierquälerei in Italien kennt, der wird mir zugestehen, dass die Missachtung der Thierseele, die Gefühllosigkeit gegenüber dem Thiere dort, in dem Lande, wo der Sitz des Hauptes der katholischen Christenheit sich befindet, in der That fast den Eindruck einer vererbten Gewohnheit macht, wie im Gegensatz dazu das Mitgefühl gegenüber den Thieren bei den Muhamedanern.

Ich habe in jener Abhandlung auch hervorgehoben, dass die Eidechsen sehr sesshaft seien, d. h., dass jede Eidechse sich nur in einem bestimmten engen Bezirk herumtreibe und dass sie da ihre Schlupfwinkel auf das Genaueste kenne und dieselben, wenn sie verfolgt wird, schnell zu erreichen und sich in ihnen zu verbergen verstehe. Wird sie aber davon abgetrieben, so läuft sie planlos und hülflos umher und kann leicht gefangen werden. Diese Thatsache führte mich dort zur Wiedergabe einer Beobachtung über ähnliche während des Lebens erworbene Sicherheit in der Kenntniss der umgebenden Verhältnisse selbst bei einem Taschenkrebs: „Auch Thiere, welchen man wohl noch geringere geistige Fähigkeiten zutraut als

den Eidechsen, scheinen in ähnlicher Weise lokalkundig zu sein, mit derselben Sicherheit gewohnte Schlupfwinkel aufzusuchen, wie diese. Ein komisches Zeugniss dieser Thatsache habe ich vor Jahren auf Capri an einem Taschenkrebs — Carcinus maenas — beobachtet. In einem grossen aus dem Felsen herausgefressenen, rings vom Meer abgeschlossenen und nur bei hoher See überspülten Wasserbecken stand ein Fischer und verfolgte einen solchen Taschenkrebs, indem er demselben mit beiden zu einem Schöpfapparat vereinigten Händen nachging, um ihn herauszufangen. Der Krebs schwamm in gerader Linie direkt auf die einige Meter entfernte gegenüberliegende Wand des Beckens zu. Sachte, vorsichtig folgte ihm der Fischer, sichtlich erfreut, zu sehen, dass der Krebs auf den Felsen zusteuerte, denn zwischen diesem und seinen Händen hoffte er ihn sicher zu fangen. Allein, als diese Hände eben das Thier zu greifen vermeinten, mussten sie finden, dass der verfolgte Gegenstand unter ihnen in ein Loch in der Wand geschlüpft war, und sie wurden von ihrem enttäuschten Besitzer unter dem Gelächter der zahlreichen Umstehenden, welche dem Fangversuch mit Spannung zugesehen hatten, zurückgezogen. Es ist kaum anders anzunehmen, als dass der Krebs das ganze Becken durchschwommen hatte in sicherer Kenntniss seines Schlupfwinkels; und dass von allen Zuschauern eine solche bewusste Absicht des Thieres vorausgesetzt und der Fischer als der Betrogene angesehen wurde, bewies der Hohn, den er zum Schaden zu tragen hatte.“

Ich weiss sehr wohl, dass manche der hier von mir gegebenen Beispiele von durch unmittelbare Erfahrung bezw. durch Verstand, nicht durch Instinkt, erklärbaren Geistesthätigkeiten der Thiere von anderen bekannten solchen Beispielen weit übertroffen werden, allein ich habe, wie überhaupt in diesem Buche, wesentlich eigene, neue Beobachtungen bringen wollen.

Versuche und Beobachtungen über den Instinkt bei neugeborenen Hühnchen.

Im vorigen Jahre liess ich junge Hühnchen im Brutapparat ausbrüten. Sie hatten niemals eine Mutter gesehen und waren nie gelehrt worden, Nahrung zu suchen. Ich stellte Hirse in einem Gefäss vor sie hin — sie rührten sich nicht. Nun nahm ich etwas von der Hirse in die Hand und liess die Körner auf den harten Bretterboden fallen, so dass dieselben in die Höhe sprangen. Augenblicklich pickten die Hühnchen darnach und frassen in kurzer Zeit ganz allein. Im höchsten Grade aber war ich durch Folgendes überrascht: als nahe vor dem Auge eines solchen Hühnchens, welches erst vor etwa einer halben Stunde aus dem Ei gekrochen war, eine Fliege vorbeiflog, schnappte es darnach, wie wenn es von jeher Fliegen gefangen hätte. Aehnliche Beobachtungen sind ja verschiedentlich gemacht worden.

Man kann mir einwenden, dass es sich hier um einfache Reflexthätigkeit handle — gewiss handelt es sich um eine Reflexthätigkeit. Aber das Wunderbare ist eben dies, dass diese Thätigkeit den äusseren Anforderungen so sehr angepasst ist: das Hühnchen schnappte nach der Fliege, um sie zu fangen — es machte alle Bewegungen genau zu diesem Zwecke passend. Würde es die Fliege gefangen haben, so hätte es sie wohl ebenso zerbissen und gefressen, wie es die Hirse gefressen hat. Es hat in seinem Gehirn entschieden einen Mechanismus mit auf die Welt gebracht, welcher mit vererbter Vorstellung vom Fliegen der Fliege arbeitet, eine Vererbung des im Leben seiner Voreltern erworbenen Reizes, welchen die Fliegen von jeher auf sie ausgeübt haben — Beweis dafür ist dies, dass dasselbe Hühnchen auf andere auf sein Auge einwirkende ähnliche Reize, wie z. B. auf rasches Vorbeiführen des Fingers an denselben, ganz anders reagirte — kurz das Hühnchen handelte gegenüber der Fliege auf Grund des ihm angeborenen Instinkts, ebenso wie es und seine Geschwister auch gegenüber der Hirse thaten.

In diesem Jahre habe ich solche Versuche mit Hühnchen von Neuem und eingehender gemacht. Ich nahm zwei Küchlein unmittelbar nach dem Auskriechen von der Henne weg in Wartung und Pflege und schrieb genau ihr Verhalten gegenüber den von mir mit ihnen angestellten Versuchen auf. Ich nenne die Thierchen im Folgenden nach ihrer Farbe das braune und das weisse. Es braucht nicht noch ausdrücklich betont zu werden, dass dieselben als ich sie zu beobachten begann, noch nichts von der Welt wissen, dass sie noch keine Erfahrungen gemacht haben konnten, aber es drängt mich, dies zu versichern in Anbetracht des zu schildernden Masses der von ihren Voreltern her erworbenen Fähigkeiten, welche dieselben zeigten. Ich ward durch diese Fähigkeiten auf das Höchste überrascht und ich gestehe, dass ich sie für unglaublich halten würde, hätte ich sie nicht selbst beobachtet. Sie allein genügen, die Vererbung erworbener Eigenschaften als eine unbestreitbare Thatsache zu erweisen und zu zeigen, welche ungeheure Bedeutung dieser Vererbung, insbesondere soweit sie geistige Errungenschaften betrifft, und welche Bedeutung dem Instinkt im Leben der Thiere zukommt.

Ich gehe zur Darlegung meiner Beobachtungen über und bemerke nur noch, dass das weisse Hühnchen dem braunen gegenüber von vornherein in seinen Fähigkeiten etwas zurück war.

Nachdem ich die Thierchen nach dem Auskriechen über Nacht in einem Körbchen mit Watte am Ofen warm gehalten hatte, setzte ich sie am zweiten Tage ihres Lebens auf ein Brett, auf welches Hirse und geschroteter Buchweizen gelegt worden war.

Zu meiner grössten Ueberraschung pickte das Braune sofort auf die Hirsekörner, ohne dass es vorher irgendwie besonders auf dieselben aufmerksam gemacht worden war, und zwar traf es gleich beim ersten Versuch ein Hirsekorn mit so vollkommener Sicherheit, als hätte es von jeher nach Hirse gepickt. Das Körnchen mit dem Schnabel aufzunehmen gelang ihm dagegen nicht. Ein zweiter alsbald ausgeführter Versuch verlief ganz ebenso, beim dritten, unmittelbar

darauf folgenden aber wurde das Körnchen gefasst und verschluckt und nun frass das Thierchen weiter, als ob es seit Jahren gefressen hätte! Die drei ersten Schnabelgriffe nach der Hirse waren rasch nacheinander erfolgt, sichtlich und unbestreitbar in der Absicht, dieselbe zu fressen! Es muss also für das Hühnchen in der Form und überhaupt dem Aussehen des Körnerfutters ein Reiz liegen, welcher angeborene Vorstellungen erweckt und zur Verwendung bringt. Es war wohl nicht Zufall, dass das Hühnchen zuerst nach der Hirse und nicht nach dem geschrotenen Buchweizen gepickt hat, die natürliche Rundung und der Glanz der Hirsekörner, wird man vermuthen, mögen die Veranlassung dazu gewesen sein. Bald darauf pickte das Hühnchen auch nach dem Buchweizen und frass davon, aber es zog, gleich seinem Schwesterchen, in aller Zukunft die Hirse dem Buchweizen vor. Deshalb drängt sich, so abenteuerlich sie auf den ersten Blick zu sein scheint, die Frage auf, ob das Hühnchen nicht eine angeborene Vorstellung davon gehabt hat, dass Hirse eine ihm passendere Nahrung sei, als Buchweizen? Die Frage verliert alles Abenteuerliche, wenn ich mittheile, dass das Hühnchen, als ich ihm bald nachher Sand statt des Futters vorsetzte, denselben mit dem Schnabel gerade so unberührt liess, wie das Brett, auf welchem es stand. Leider habe ich es versäumt, dem Thierchen von vornherein gleichzeitig Sand und ausser den genannten verschiedene andere Nahrungsmittel vorzusetzen.

Das weisse Hühnchen pickte ebenfalls nach den Hirsekörnchen, verfehlte sie aber wiederholt.

Nachdem also das braune Hühnchen tüchtig gefressen, das weisse aber nur misslungene Versuche dazu gemacht hatte, setzte ich beide wieder in ihr Körbchen.

Nach drei Stunden brachte ich neben das Futter einen grossen Wassertropfen auf das Brett, auf welches ich die Hühnchen von Neuem setzte.

Das braune Hühnchen frass sofort wieder; den Wassertropfen liess es zuerst völlig unbeachtet, als derselbe jedoch durch Be-

wegen des Brettes in zitternde Bewegung gesetzt wurde, trank es ohne Weiteres sofort vollkommen in der bekannten Weise der alten Hühner.

Es gab nun zum ersten Mal seinen Unrath von sich. Etwas später pickte es, daran vorübergehend, darin, spuckte aber das Aufgenommene mit Widerwillen weg. Nach seinen bisherigen Leistungen könnte man sich darüber wundern, dass das Hühnchen nicht einen angeborenen Widerwillen gegen seinen Koth gehabt hat. Dazu ist aber zu bemerken, dass dieser erste Unrath nicht die Beschaffenheit des späteren hat, sondern von einer gallertartigen Umhüllung umgeben ist und wesentlich aus den Ueberresten der embryonalen Nahrungsaufnahme besteht.

Beide Hühnchen werden durch eine über das Brett laufende Fliege sofort gereizt, dergestalt, dass sie darnach picken. Sie picken wiederholt, ohne jedoch die Fliege fangen zu können. Es ist sehr bemerkenswerth, dass beide in Zukunft, nachdem der erste Versuch, Fliegen zu fangen, missglückt ist, sich um Fliegen gar nicht weiter bemühen, sondern dieselben vollkommen bei Seite liegen lassen, wie denn überhaupt jede erste Erfahrung von ihnen auf geradezu wunderbare Weise stets verwerthet wird.

Das Weisse frisst jetzt auch Hirse.

Ich lege ihnen klein zerschnittene gekochte Eier vor. Sie picken dieselben sofort an und verspeisen sie, und zwar Eigelb und Eiweiss in gleichem Masse, nachdem das eine allerdings zuerst das Eigelb vorgezogen hatte.

Ich lege ihnen einige mittelgrosse Regenwürmer vor. Als dieselben zu kriechen anfangen, betrachten sie sie mit allen Zeichen der Furcht und weichen ihnen aus [1]). Dagegen fangen sie an, sich

---

1) Ich bemerke hierzu, dass auch den alten Hühnern meines abgeschlossenen Hühnerhofs Regenwürmer, die man ihnen zugeworfen hat, zuerst stets offenbar einen unheimlichen Eindruck machen; sie treten ihnen mit deutlichen Zeichen von Scheu, ja von Furcht gegen-

gegenseitig hartnäckig in die Zehen zu picken. Nach ihnen vorgesetztem zerschnittenem Salat picken sie sofort, lassen ihn aber zuerst liegen, picken dann wieder darnach und fressen davon.

Am dritten Tag kommt das Weisse zufällig in die Nähe eines wieder auf das Brett gebrachten Wassertropfens und trinkt ohne Weiteres davon, ohne zugesehen zu haben, wie das Braune früher trank. Beide trinken fortan von solchen Wassertropfen.

Eine Biene wird von beiden neugierig betrachtet, Fliegen ebenso, aber so wenig wie die erstere angepickt.

Das Weisse flügelt zum ersten Mal, wie die jungen Hühner als Zeichen des Wohlbehagens thun, und später scharrt es wiederholt an beliebiger Stelle auf dem leeren Holzteller, ganz wie die alten Hühner, welche im Sande oder im Mist scharren, um Kleingethier und andere Nahrung zu finden. Dieses Scharren auf dem glatten Teller, auf welchem nichts herauszuscharren ist, macht einen ungemein possierlichen Eindruck, und da es fortan ohne allen Zweck in derselben Weise und unter denselben Umständen wiederholt wird, so erscheint es als reizendes Beispiel von hochgradig vererbter Gewohnheit. Reinen, weissen Sand berühren beide Küchlein nicht.

Am vierten Tag Vormittags wird den Hühnchen zum ersten Mal Wasser in dem Untersatz eines Blumentopfes vorgesetzt, während dasselbe bisher nur in grösseren Tropfen auf den Holzteller gebracht worden war. Trotz aller Unbekanntschaft mit dem Gefäss trinkt das braune sofort, als es zufällig an demselben vorbeikommt.

Nachmittags werden die Küchlein zum ersten Mal ins Freie, auf den Kiesboden des Gartens in die Sonne gesetzt. Sie schauen sich erstaunt um, recken die Hälse, erscheinen furchtsam und wollen

über und es bedarf jeweils einiger Zeit, bis ein oder das andere Huhn dieselbe überwunden hat und die Würmer aufzehrt, während andere sie durchaus liegen lassen.



die gewohnte Nahrung nicht fressen, welche vor ihnen auf dem Holzteller liegt, fangen dagegen alsbald an, im Kies zu picken und nach Nahrung zu suchen: eines pickt an der Wand einer Kiste, beide fangen an, hartnäckig je ein kleines Steinchen immer wieder in den Schnabel zu nehmen, wie um es zu verschlucken, bis dasselbe endlich verloren ist; dann beginnen sie mit einem andern. Es scheint, dass sie jetzt Bedürfniss danach haben, kleine Steinchen und Sand in den Magen zu bekommen, dass sie dieselben verschlucken. Ausserdem prüfen sie aber die verschiedensten Gegenstände mit ihrem Schnabel, so Holzstückchen u. dgl., und werfen das Unbrauchbare wieder weg. Sie fühlen sich also nach wenigen Augenblicken des Erstaunens wie in einer ihnen längst bekannten Umgebung, in ihrem wahren Gebiet, welches sie nach allen Seiten ausnutzen, auch darin, dass sie meiner Hand überallhin zu entwischen suchen — sie handeln in Allem wie nach alter eigener Erfahrung.

Eine vorüberlaufende Mauerassel wird angepickt, dann aber gemieden. Fliegen reizen die Neugier nicht mehr. Das braune Hühnchen geht, nachdem es sich zuletzt doch an der ihm vorgesetzten Nahrung sattgefressen hat, aus offenbarer Ueberlegung auf das ihm von heute Morgen her bekannte Trinkgefäss zu, das weisse thut auf dieses Beispiel hin dasselbe.

Beide flügeln wiederholt lustig und übermüthig.

Fünfter und sechster Tag. Sie picken — im Zimmer auf dem Brett — stark nach kleinen Stückchen von Eierschalen, welche ihnen vorgelegt worden waren, und suchen dieselben gierig zu fressen. Sand, welcher neben die Nahrung auf ihr Brett gelegt worden ist, lassen sie dagegen unberührt liegen. Geschnittenen Schnittlauch versuchen sie, fressen ihn aber nicht, dagegen fressen sie sofort mit Genuss ihnen vorgelegtes feingehacktes Fleisch.

Sie wussten also von vornherein, entweder ohne Weiteres oder doch sofort nach den ersten Versuchen, die ihnen zusagende Nahrung auszuwählen. Sie verwertheten gemachte Erfahrungen sofort,

selbst gegen ihr eigenes Interesse — denn heute sind sie gegenüber von kleinen Kerbthieren — auch Ameisen — vollkommen gleichgültig geworden, nachdem ihre ersten Versuche, solche zu erwischen, missglückt sind.

Das Weisse scharrt oft wie tanzend auf dem glatten Holzbrett, das Braune hat diese Bewegung immer noch nicht gemacht. Letzteres beginnt damit erst am achten Lebenstag.

Von vornherein zeigten sich beide Hühnchen schreckhaft gegenüber von unerwarteten Lauten, wie kräftigem Husten u. dergl. Am siebenten oder achten Tage, als sie auf solchen von mir ausgegangenen Laut hin, der ausgestossen wurde, während sie vor mir auf dem Tische sassen, eben furchtsam von mir weg gelaufen waren, ahmte ich die Stimme eines mit anderen seines Gleichen sich unterhaltenden Huhnes nach. Auf diese hin kehrten beide Hühnchen plötzlich um und liefen, als würden alte Erinnerungen in ihnen wach, geraden Weges auf mich zu, wie um Schutz bei mir zu suchen. Da ich ihnen aber die weichen, warmen Flügel der Hennenmutter nicht ersetzen konnte, standen sie plötzlich still, und als ich später mein Hühnergeplauder von Neuem begann, rührten sie sich nicht. Der Ruf „Gluck", „Gluck", mit welchem die Henne ihre Küchlein lockt, blieb, obschon er von mir möglichst naturgetreu nachgemacht wurde, ohne jede Wirkung. Jenes einmalige auf Nachahmung von Hühnerlauten folgende Verhalten aber war so auffallend, dass es unmöglich einem Zufall zuzuschreiben sein kann, um so weniger als beide Hühnchen dasselbe gleichzeitig zeigten; und dass es auf Ausbleiben der instinctiv erwarteten Wohlthat nicht wieder geübt wurde, kann nicht in Erstaunen setzen in Anbetracht der Sicherheit, mit welcher eben die jungen Hühnchen jede Erfahrung sofort verwerthen. Indessen müssten solche Versuche an anderen Küchlein wiederholt werden. Auch ist die Frage zu stellen, ob nicht etwa die brütende Alte auf ihrem Neste zuweilen Selbstgespräche führt und ob die Jungen nicht schon im Ei so etwas von der Hühnersprache hören. Man müsste also

Versuche auch mit in der Brutmaschine ausgebrüteten Hühnchen machen.

Im Uebrigen waren die Thierchen von vornherein mir gegenüber nicht ängstlich, aber sie liessen sich auch nicht gern von mir greifen, dies je später desto weniger, weil sie die Erfahrung gemacht hatten, dass ich sie dadurch jeweils wieder der Freiheit beraubte, in ihren Behälter zurückbrachte. — Da von Herrn Spalding angegeben worden war, dass Küchlein durch einen Habicht, den sie doch nie gesehen hatten, in grösste Angst versetzt worden seien, machte ich den Versuch, sie mit einem mit ausgebreiteten Flügeln ausgestopften Sperber zu schrecken. Sie kümmerten sich indessen um den Balg nicht im mindesten, was selbstverständlich nicht ausschliesst, dass sie sich dem lebenden Thiere gegenüber anders verhalten hätten.

Bis zum achten Tage hatten sie in Folge des Ueberflusses an Nahrung ohne Neid und Streit zusammen gelebt. An diesem Tage gab ich ihnen wieder einige Regenwürmer. Nachdem ich ihnen dieselben wiederholt vorgeworfen hatte, begann das Braune einen hinunter zu würgen. Alsbald aber kam das Weisse, um ihm denselben zu entreissen. So rissen und verfolgten sich die Hühnchen fortan um jeden Wurm, welchen eines von ihnen ergriffen hatte.

Am zwölften Tage brachte ich meine zwei Pfleglinge zu der Glucke, von welcher sie ausgebrütet worden waren, in den Taubenschlag, in welchem letztere mit ihren übrigen Jungen hauste. Sofort begaben sich meine Kleinen in sichtlicher Angst vor der Alten in eine Ecke, während diese sie mit feindlichem Auge ansah. In der That wartete die Glucke nur auf den Angenblick, in welchem ich mich scheinbar entfernt hatte, um mit derben Schnabelhieben auf ihre ihr unbekannten Kinder loszuschlagen. Ich musste diese von der Mutter wegthun. Die zwei Waisen liefen bald allein, Nahrung suchend, im Hof herum, ohne irgend Neigung zu zeigen, zu den alten Hühnern durch das weite Gitter in den Hühnerhof einzutreten. Sie lernten von selbst sich weiter zurecht finden, hielten sich

aber ständig in der Nähe des Hauses, entfernten sich nicht weit von demselben. Eines Tages war das Weisse verschwunden, wahrscheinlich einer Katze zum Opfer gefallen. Das allein übriggebliebene Braune kommt bei den verschiedenen Mahlzeiten, welche wir im Garten einnehmen, regelmässig zu uns, um sich hingeworfene Bröckchen aufzulesen. Von seinem Geschlecht im Hühnerhof und von der dort mit seinen Geschwistern eingesperrten und nach ihnen glucksenden Alten will es nichts wissen und des Nachts sucht es sich ein unbekanntes Versteck auf. Gerade dieses Verhalten gegen sein eigenes Geschlecht im Gegensatz zum Verhalten gegenüber dem Menschen ist höchst bemerkenwerth, weil es durch Erfahrung gewonnen ist, welche somit, wie in Beziehung auf das Fangen von Fliegen, angeborenen Instinkt zurückgedrängt, besiegt hat. Denn das Thierchen ist jetzt — es ist gerade 8 Wochen alt — so zahm, dass es sich, wenn es Nahrung will, nach Belieben greifen und streicheln lässt, während seine von der Glucke aufgezogenen Geschwister äusserst scheu sind. Es nimmt das Futter vorzüglich gern aus der Hand und setzt sich zu diesem Zwecke meist auf die Lehne der Gartenbank zwischen uns hinein oder auf unsere Schultern. Nur von blinkenden Gegenständen, wie Löffel und Gabel, will es nichts nehmen. Es läuft uns auch wohl im Garten nach, aber zwischen den Mahlzeiten will es sein eigener Herr sein und entweicht der Hand, die es greifen will. Wiederholt, wenn wir nicht im Garten, sondern im Hause speisten, sah ich, wie es zur Essenszeit um den leeren Tisch herum lief, offenbar uns erwartend: der Magen wird seine Uhr sein. Sehr komisch ist sein Verhalten, nachdem es gesättigt ist. Es setzt sich dann mit seinem vollen Kropf auf die Lehne der Gartenbank zwischen uns, sträubt die Federn, schliesst die Augen, so dass meine Kinder, als sie dies zum ersten Mal sahen, meinten, es wolle sterben. Es kämpft aber nur mit dem Schlaf, putzt sich dann und wann etwas das Gefieder und die Haut, dann steckt es regelrecht den Kopf unter den linken Flügel und beginnt sein Mittagsschläfchen zu halten.

Inzwischen hat es seine Gleichgültigkeit gegenüber von Kleingethier und besonders von Fliegen wieder vollkommen aufgegeben: es schnappt überall darnach und fasst sie mit grossem Geschick. Aus meinen Hof und Garten hat es sich niemals entfernt, obschon der weite Zaun es daran nicht hinderte!

Es erscheint mit acht Wochen Lebens als ein „selbstgemachter Mann", als ein zielbewusster „Charakter", obschon es kaum zur halben Grösse des Huhnes herangewachsen ist. Aber was es ist und was es kann, das ist und kann es durch Benutzung des reichen „Vermögens", welches es von seinen Voreltern ererbt hat und welches von diesen erworben worden ist.

Wie ist es dagegen denkbar, dass die von den Einzelligen her vererbte Variationsfähigkeit des Keimplasma in Verbindung mit fortgesetzter geschlechtlicher Mischung zu solchen angeborenen Fähigkeiten führt, wie sie unser Hühnchen gezeigt hat?

Ich muss gestehen, dass mir jene Annahme einer von den Einzelligen her vererbten fortwährend gesteigerten Variationsfähigkeit des Keimplasma mit der ihr von ihren Vertretern zugeschriebenen Wirkung angesichts dieser Thatsachen dem Verständniss nicht weniger zuzumuthen scheint, als das Wunder.

Der Unterschied im ersten Verhalten der im vorigen und in diesem Jahre von mir beobachteten Hühnchen gegenüber der Nahrung lässt sich vielleicht darauf zurückführen, dass die letzteren erst nach längerer Zeit Nahrung vorgesetzt bekamen, so dass sie aus Hunger nach der Hirse sofort pickten, als sie dieselbe da liegen sahen, während die ersteren, weil sie alsbald nach dem Auskriechen gefüttert wurden, erst durch das Auffallen der Hirsekörnchen gereizt worden sind. Uebrigens kann erst Wiederholung der Versuche hierin ein bestimmtes Urtheil ermöglichen. Es genügt aber die Thatsache, dass die Thierchen, ohne je vorher Hirse und Wasser gesehen zu haben, zu fressen und zu trinken anfingen allein, um zur Be-

wunderung so hochgradiger Vererbung erworbener Eigenschaften hinzureissen — so allgemein diese Thatsache ist, denn wir dürfen nicht vergessen, dass die Nahrungsaufnahme ebenso von zahllosen anderen Thieren, z. B. von jeder neugeborenen Raupe ohne Weiteres geübt wird; aber allerdings sind engere Beziehungen zwischen der Raupe und den Nahrungspflanzen gegeben und vererbt als in dem Falle mit den Hühnchen.

Den meinigen ähnliche Ergebnisse haben von Herrn Douglas Spalding[1]) angestellte Versuche mit neugeborenen Hühnchen ergeben.

Douglas Spalding hat Küchlein, welche er aus den Eiern befreite, mit einer Kappe versehen, ehe ihre Augen im Stande gewesen waren zu sehen. Als er die Kappe nach ein bis drei Tagen entfernte, schienen die Thiere fast ausnahmslos vom Licht betäubt und verharrten mehrere Minuten bewegungslos.

„Als eines von meinen kleinen Zöglingen zwölf Tage alt war, liess es, während es in meiner Nähe herumlief, den eigenthümlichen Ruf hören, womit Vögel das Herannahen einer Gefahr ankündigen; ich schaute auf und erblickte einen Habicht, der in gewaltiger Höhe über uns seine Kreise zog. Ebenso auffallend war die Wirkung der zum ersten Male gehörten Stimme des Habichts: Ein junger Truthahn, den ich an mich genommen hatte, als er in dem noch unerbrochenen Ei zu piepen begann, war am Morgen seines zehnten Lebenstages gerade damit beschäftigt, sein Frühstück aus meiner

1) Douglas Spalding, Macmillan's magaz. 1873. Vergl. auch W. Preyer: Die Seele des Kindes, Leipzig 1882, S. 82. Die Hühnchen zogen Eigelb dem Eiweiss von vornherein vor. — Die von Allen Thomson an Romanes mitgetheilte Beobachtung, wonach auf einem Teppich ausgebrütete Hühnchen, so lange sie auf diesem gehalten wurden, nicht scharrten, dagegen sofort zu scharren begannen, als etwas Kies aufgestreut wurde, wird von letzterem auf Mangel, bezw. Wirkung des gewohnten, vererbt empfundenen Reizes zurückgeführt (Romanes, Die geistige Entwicklung im Thierreich, S. 174).

Hand entgegenzunehmen, als ein junger Habicht in seinem Kasten dicht neben uns ein helles „Schip" „Schip" ertönen liess; wie ein Pfeil schoss der arme Truthahn nach der anderen Seite des Raumes und stand dort bewegungslos und betäubt vor Schreck, bis der Habicht einen zweiten Schrei von sich gab, worauf jener aus der offenen Thür nach dem äussersten Ende des Ganges lief und dort still in einer Ecke verkrochen zehn Minuten lang verblieb. Noch mehrere Male im Laufe des Tages hörte er jene beunruhigenden Laute und jedesmal mit denselben Aeusserungen der Furcht."

„Häufig sah ich Hühner ihre Flügel erheben, wenn sie nur wenige Stunden alt waren, d. h. sobald sie nur ihren Kopf aufrecht halten konnten, selbst wenn sie noch am Gebrauch ihrer Augen verhindert waren. Die Kunst nach Futter zu scharren, die, wie man denken könnte, eher als alles andere durch Nachahmung erworben sein müsste (denn eine Henne mit ihren Küchlein bringt ja die Hälfte ihrer Zeit damit zu, ihnen vorzuscharren), bildet nichtsdestoweniger ein zweifelloses Beispiel von Instinkt. Ohne irgend eine Gelegenheit zur Nachahmung beginnen Hühner, die gänzlich isolirt gehalten wurden, im Alter von zwei bis sechs Tagen zu scharren. In der Regel war die Gestalt des Bodens einladend dazu; ich habe öfters erste Versuche dazu gesehen, welche wie eine Art nervösen Tanzes auf einem glatten Tische aussahen."

„Als ein Beispiel von nicht erworbener Geschicklichkeit kann ich erwähnen, dass, als ich vier, einen Tag alte Entchen zuerst an die freie Luft setzte, eines derselben sofort nach einer Fliege schnappte, die es auch am Flügel ergriff. Noch interessanter scheint mir jedoch die wohlüberlegte Kunstfertigkeit, mit der der schon erwähnte, noch nicht anderthalb Tage alte Truthahn die Fliegenjagd betrieb. Er zielte bedächtig mit seinem Schnabel nach Fliegen und anderen kleinen Insekten, ohne wirklich nach ihnen zu picken, und während er dies that, zitterte sein Kopf, ähnlich einer Hand, die man mit Anstrengung unbeweglich zu halten sucht. Ich bemerkte und verzeichnete dies, als ich die Bedeutung davon noch nicht

verstand; denn erst später fand ich, dass es eine unabänderliche Gewohnheit des Truthahns ist, wenn er eine Fliege auf irgend einen Gegenstand sitzen sieht, sich langsam und bedächtigen Schrittes an das ahnungslose Insekt heranzuschleichen und seinen Kopf ganz behutsam und sicher bis auf etwa einen Zoll Entfernung nach seiner Beute vorzustrecken, die er dann mit einem plötzlichen Stosse ergreift."

Der Instinkt des Kukuks, seine Eier in fremde Nester zu legen.

Dieser Instinkt ist ob seiner Merkwürdigkeit viel besprochen, besonders, seitdem Darwin eine Erklärung für denselben gegeben hat. Darwin sagt in der „Entstehung der Arten": Einige Naturforscher nehmen an, die Ursache dieses Instinktes beruhe darauf, dass der Kukuk seine Eier nicht täglich, sondern in Zwischenräumen von zwei oder drei Tagen lege, wodurch, wenn er sein eigenes Nest zu bauen und auf seinen eigenen Eiern zu sitzen hätte, die erstgelegten Eier entweder eine Zeit lang unbebrütet bleiben oder Eier und junge Vögel von verschiedenem Alter im nämlichen Neste zusammen kommen müssten. Diese Auffassung sei nicht stichhaltig, denn der amerikanische Kukuk baue sich sein eigenes Nest, lege seine Eier hinein und habe zu gleicher Zeit Eier und nacheinander ausgebrütete Junge. Auch er legt zuweilen seine Eier in fremde Nester. Darwin nimmt nun bekanntlich an, der alte Stammvater unseres europäischen Kukuks habe die Gewohnheiten des amerikanischen gehabt und zuweilen ein Ei in das Nest eines andern Vogels gelegt. „Wenn der alte Vogel von diesem gelegentlichen Brauche dadurch Vortheil hatte, dass er früher wandern konnte oder in irgend einer anderen Weise, oder wenn der junge durch einen aus dem irrthümlich angenommenen Instinkt einer anderen Art fliessenden Vortheil kräftiger wurde, als er unter der Sorge seiner eigenen Mutter geworden sein würde, weil diese mit der gleichzeitigen Sorge für Eier und Junge von verschiedenem Alter überladen gewesen wäre, so gewannen entweder

die alten Vögel oder die auf fremde Kosten gepflegten Jungen dabei. Der Analogie nach möchte ich denn glauben, dass in Folge der Erblichkeit das so aufgeätzte Junge mehr geneigt sei, der zufälligen und abweichenden Handlungsweise seiner Mutter zu folgen, und auch seinerseits nun die Eier in fremde Nester zu legen und so erfolgreicher im Erziehen seiner Brut zu sein. Durch einen fortgesetzten Process dieser Art wird nach meiner Meinung der wunderliche Instinkt des Kukuks entstanden sein. Es ist auch neuerdings von Adolf Müller nach genügenden Beweisen behauptet worden, dass der Kukuk gelegentlich seine Eier auf den nackten Boden legt, sie ausbrütet und seine Jungen füttert. Dies seltene und merkwürdige Ereigniss ist wahrscheinlich ein Rückschlag auf den lange verloren gegangenen, ursprünglichen Instinkt der Nidifikation.“

Es tritt also hier wieder die Bedeutung des Zufälligen, welche Darwin seiner Lehre überhaupt zu Grunde legt, in hohem Masse hervor, und gerade deshalb widme ich dem Instinkt des Kukuks vor anderem eine Betrachtung. Es scheint mir von vornherein unmöglich, dass Instinkte rein durch Zufälligkeiten erklärt werden können, und es scheint mir im Besondern unmöglich, dass das Junge, welches aus einem Ei hervorgegangen ist, das zufällig in ein fremdes Nest gelegt wurde, „in Folge der Erblichkeit“ mehr geneigt sein soll, „der zufälligen und abweichenden Handlungsweise seiner Mutter zu folgen“ — der Mutter, die es ja nie gesehen hat. Wenn von einer grösseren Neigung die Rede ist, so kann dieselbe meines Erachtens nur erworben sein durch die wiederholten Erfahrungen, welche die in fremden Nestern ausgebrüteten Jungen von ihren Stiefeltern und von den Verhältnissen eben jenes Nestes zunächst während ihres individuellen Jugendlebens gewonnen haben [1]). Und es ist in der That um so mehr anzunehmen, dass solche Erfahrung im vorliegenden Fall massgebend und dass sie durch Vererbung zuletzt instinktiv geworden sei, weil wir ja wissen, dass

1) Vergl. Walter, Brehms Thierleben, II. Aufl. 4. Bd. S. 217.

Jugenderfahrungen auch bei uns und bei uns in dieser Beziehung bekannteren Thieren ausserordentlich fest anhaften. So genügt z. B. bei einem jungen Hühnerhund eine einmalige empfindliche Strafe in der Regel, um ihn hasenrein zu machen. Es wird sich demnach nicht der Zufall des Eierlegens in fremde Nester als solcher vererben, sondern die Erfahrungen der Erziehung und ebenso die Mängel der Erziehung; die Kukuke werden auch niemals Nester bauen lernen und den Instinkt dazu vollkommen verlieren. Abgesehen davon ist nun aber die Frage zu beantworten, ob denn wirklich ein zufälliges Einlegen der Eier in fremde Nester die letzte Ursache des Instinktes des Kukuks gewesen ist? Ich möchte dies verneinen und bin der Ansicht, dass die Stammeltern unseres Kukuks, indem sie anfingen, ihre Eier in fremde Nester zu legen, überlegt gehandelt haben. Wir wissen gar nicht bestimmt, ob nicht der Kukuk auch heute beim Ablegen seiner Eier in fremde Nester noch überlegt handelt, wir wissen also nicht, wieweit diese seine Thätigkeit heute noch Verstandesthätigkeit ist. Dass sie kein vollkommener Instinkt sei, dafür würde sprechen, dass, wie bemerkt, auch unser Kukuk zuweilen seine eigenen Eier ausbrütet und die Jungen auffüttert, wobei eben besonders bemerkenswerth ist, dass er dazu kein Nest baut.

Es wird dies allerdings bestritten: Brehm bezieht es auf eine Verwechslung des Kukuks mit dem Ziegenmelker; allein Darwin selbst betrachtet es als genügend erwiesen. Möchte die Thatsache aber auch als nichtbewiesen angesehen werden, so spricht die andere, dass der amerikanische Kukuk bald seine Eier selbst ausbrütet, bald sie in fremde Nester legt und von vornherein schon die Annahme, dass der Instinkt unseres Kukuks sich allmählich ausgebildet habe, dafür, dass es eine Zeit gegeben hat, in welcher er nur zuweilen noch seine Eier selbst ausbrütete, wie umgekehrt der amerikanische Kukuk heute erst zuweilen seine Eier in fremde Nester legt. Wer will beweisen, dass bei dieser Verschiedenheit des Handelns nicht Ueberlegung zu Grunde liege, so

dass es je nach Massgabe der Verhältnisse geübt wird, wie ja auch der Kukuk beim Auswählen der Nester, in welche er seine Eier legt, und bei so vielen anderen Thätigkeiten entschieden Ueberlegung zeigt! Gleichviel aber, ob unser Kukuk heute aus reinem Instinkt oder noch mit Ueberlegung handelt — setzen wir das erstere einmal voraus — so glaube ich bei der Erklärung dieses Instinkts von der Annahme ausgehen zu müssen, dass derselbe durch Vererbung ursprünglicher Verstandesthätigkeit entstanden, dass er vererbte verständige Gewohnheitsthätigkeit sei. Das Verständniss für die letzten Ursachen der Gewohnheit, die Eier in fremde Nester zu legen, geben uns die Lebensverhältnisse unseres Vogels deutlich an die Hand.

Der Kukuk lebt wie ein Vagabund. Er wandert ruhelos umher: einmal bleibt er bei uns nur wenige Monate, von April bis August; sodann hat er in dem Gebiet, in welchem er sich bei uns niedergelassen hat, keinen durchaus festen Standort, zieht vielmehr bald hierhin, bald dorthin. Dieses sein Umherziehen ist aber bedingt durch sein grosses Bedürfniss nach Nahrung und nach Liebe. Er ist ein unersättlicher Fresser und ein ebenso unersättlicher Liebhaber. Seine Nahrung bilden vorzugsweise Raupen, besonders solche, welche, wie die Kiefernspinnenraupen, nur bald hier, bald dort in grosser Menge vorkommen. Der Kukuk muss somit umherziehen, um sein Nahrungsbedürfniss befriedigen zu können. Hat er nun einmal einen Raupenherd gefunden, so schwelgt er in Ueberfluss und bedarf in erhöhtem Maasse der Befriedigung des Liebesbedürfnisses. Er geniesst wegen seines lockeren Lebens des schlechtesten Rufs, Bande der Ehe kennt er, kennt besonders die Frau Kukuk nicht. Brehm sagt in dieser Beziehung von ihm: „Wer bezweifelt, dass der Gauch (Kukuk) in Wirklichkeit tobt, braucht blos seine Schlafplätze wiederholt zu besuchen. Heute vernimmt man die Stimme des Weibchens, die süsse Werbung des Männchens, morgen nur noch den Ruf des letzteren: jenes beglückt dann vielleicht den Nachbar, vielleicht

einen ganz anderen. Weiter[1]): „Obgleich er Entgegenkommen findet, scheint ihn die Liebe doch geradezu von Sinnen zu bringen. Er ist buchstäblich toll, so lange die Paarungszeit währt, schreit unablässig so, dass die Stimme überschnappt, durchjagt unaufhörlich sein Gebiet und sieht in jedem anderen seinen Nebenbuhler, den hassenswerthesten aller Gegner[2]).“ Das Weibchen aber schweift vorzugsweise umher, das Männchen bleibt mehr in umgrenztem Gebiet. Das erstere „schweift im Laufe des ganzen Sommers, beziehentlich so lange seine Legezeit währt, regellos durch verschiedene Gebiete der Männchen, bindet sich an keines von diesen, gibt sich vielmehr allen hin, welche ihm genehm sind, lässt sich nicht suchen, sondern zieht seinerseits auf Liebesabenteuer aus und kümmert sich, nachdem seine Wünsche Befriedigung fanden, nicht mehr um den Liebhaber, welchen es eben begünstigt hatte. Ein an einer abgeschossenen Schwanzfeder kenntliches Weibchen, welches ich in der Nähe von Berlin beobachtete, besuchte, soweit ich ergründen konnte, die Gebiete von nicht weniger als fünf Männchen, wird seine Streifzüge jedoch wahrscheinlich noch weiter ausgedehnt haben. Jedes andere Weibchen verfährt nun unzweifelhaft ebenso, wie andere Beobachtungen fast bis zur Gewissheit beweisen.“ „Oft habe ich gesehen,“ bemerkt Walter, „wie ein von einem Männchen begleitetes Weibchen bei seinen Streifereien in ein weiteres Gebiet, z. B. über einen grossen See, plötzlich vom Männchen verlassen wurde, welches letztere zuerst in weitem Bogen, dann in gerader Richtung in sein eigentliches Revier zurückflog. Hatte das Weibchen in letzterem schon ein Ei untergebracht, dann kehrte es, wenn auch erst am anderen Tage, dorthin zurück. Nur in dem Falle, dass es in der Nähe des zuerst benutzten Nestes kein zweites auffinden konnte, blieb es länger aus und liess sich mitunter Tage lang nicht wieder sehen.“ „Dagegen durchstreifen nun fortwährend

1) Brehm, Illustr. Thierleben, II. Aufl., Bd. 4, S. 215.
2) Ebenda S. 213.

andere Weibchen dasselbe Gebiet und so erntet dieser wie jener Kukuk, wenn auch nicht von jedem, so doch von irgend einem Weibchen heiss begehrten Minnelohn. Auch auf gesellige Freuden braucht er nicht gänzlich zu verzichten. Denn Abends spät, wenn das Roth im Westen schon beinahe verglommen, findet im günstigen Falle ein Weibchen in seinem Gebiet sich ein, fliegt verstohlen bis in die Nähe des Baumes, von welchem er seinen Abendgruss herabruft, und lässt ihn, unerwartet laut und verheissend aufschreiend, ein erfreuliches Morgen erhoffen. Diese Ungebundenheit und Unstätigkeit des Weibchens erklärt nach meinem Dafürhalten gewisse bis jetzt noch räthselhafte Vorkommnisse beim Legen der Eier auf das einfachste und befriedigendste[1])." Dieses Verhalten der Weibchen ist doppelt merkwürdig, weil der Zahl nach jedenfalls zwei Männchen auf ein Weibchen kommen! Brehm meint, das Umherstreifen des Weibchens beruhe wesentlich darauf, dass es Nester suche zum Ablegen seiner Eier. Mir scheint vorzüglich das Liebesbedürfniss die Erklärung dafür abzugeben.

Das Weibchen legt nun seine Eier nicht wie andere Vögel kurz nacheinander ab, sondern in grösseren Zwischenräumen. Die Meisten sagen: nach 6 bis 8 Tagen; in sicheren Fällen lieferte ein Weibchen wenigstens zwei Eier in einer Woche, in anderen kam ein zweites erst nach 6 Tagen. Es scheint also hierin grosse Verschiedenheit zu herrschen. Und dies stimmt mit meiner Ansicht von der Ursache der absonderlichen Eigenart in Beziehung auf die grosse Zeitdauer der Eierablage: es dürften der unregelmässige Lebenswandel, die unregelmässige, aber im Ganzen doch ausserordentlich reichliche Nahrungsaufnahme und die wechselnden Anforderungen der geschlechtlichen Erregung sie in letzter Linie bedingt haben. So sind unsere Hühner offenbar wesentlich durch fortdauernd gute Ernährung dazu gebracht worden, dass sie den grössten Theil des Jahres hindurch Eier legen und dass sie

1) Brehm, Illustr. Thierleben, II. Aufl., Bd. 4, S. 211 u. 212.

während dieser ganzen Zeit Begattung üben. Die letztere soll überhaupt für die Zahl der gelegten Eier günstig sein. Beim Menschen und bei manchen Hausthieren hat ja selbst der Winter auf die Zeugungsthätigkeit keinen lähmenden Einfluss wie bei den meisten unserer freilebenden Thiere. Es ist sogar möglich, wenn auch nicht erwiesen, dass der Kukuk mit dem Eierlegen während seiner ganzen Fortpflanzungszeit — durch etwa zwei Monate — fortfährt, dass er so nach und nach 20 bis 24 Eier legt (Brehm).

Dass sich das Eierlegen beim Kukuk auf so lange Zeitdauer erstreckt, ist also auch nicht die einzige und letzte Ursache seines Instinkts, sondern weil er auf Grund seiner Ernährungsweise und der damit zusammenhängenden Liebesbedürftigkeit nicht zu geregeltem Familienleben kommt, ein vagabundirendes Leben führen muss, legt er nicht die Eier rasch nacheinander ab wie andere Vögel, und kann nicht brüten wie diese. Es haben also seine Voreltern nicht zufällig, sondern aus Ueberlegung ihre Eier in fremde Nester gelegt, und diese Gewohnheit ist jetzt vielleicht instinktiv geworden, sie wird aber eben dadurch auch wohl durch Ueberlieferung erhalten, dass die jungen Kukuke die Verhältnisse des fremdelterlichen Nestes kennen, das Bauen eines Nestes aber niemals gelernt und keinen Instinkt dazu von ihren Eltern ererbt haben.

Es giebt Vagabunden in der menschlichen Gesellschaft, in der niedersten, wie in der höchsten, welche in allen Stücken ein Kukuksleben führen — sie bringen uns das Verständniss für den Instinkt des Kukuks unmittelbar nahe; solche Menschen kümmern sich auch nicht um ihre Nachkommenschaft, sondern lassen andere Leute für dieselbe sorgen, setzen sie gar vor deren Thüre oder vor dem Findelhause aus.

Höchst merkwürdig ist nun aber dies, dass der Kukuk den Instinkt für seine Nachkommen zu sorgen, trotz seines vergnügungssüchtigen Lebens noch insoweit erhalten hat, um sich die Erhaltung der Art zu sichern, während der Brütungstrieb bei ihm voll-

ständig verloren gegangen ist. Vergleichen wir damit wieder die Verhältnisse bei unseren Haushühnern. Bei diesen ist der Brütungstrieb offenbar im Schwinden begriffen, er findet sich nur noch bei einzelnen Hennen. Die meisten Hennen kümmern sich um die von ihnen gelegten Eier nicht, lassen sie, wie auch die Hausenten, sogar wohl einfach fallen. Hausenten wie Haushühner haben es verlernt, ein Nest zu machen, gleich dem Kukuk; aber die Stammform der Hausente, die Stockente (Anas boschas) macht sich ein Nest, in welches sie acht bis sechzehn Eier legt; auch die Stammform des Haushuhns, Gallus bankiva, legt in Indien in ein allerdings nur roh zubereitetes Nest acht bis zwölf Eier, wie die Stockente rasch nacheinander, so dass sie auf einmal ausgebrütet werden.

Die Verschiedenheit in der Erhaltung des Instinkts der Sorge für die Nachkommen bei Haushühnern und Hausenten einerseits und beim Kukuk andererseits kann ich mir nur dadurch erklären, dass ersteren die Eier weggenommen werden, so dass viele von ihnen es vollständig verlernt haben, irgendwie auf die Erhaltung der Art bedacht zu sein — verlernt auf Grund von während des Lebens gemachter und vererbter Erfahrung, während jeder Kukuk doch in einer gewissen Beziehung zu seinen Nachkommen bleiben wird. Andererseits weiss dieser durch vererbte, wie durch stets neugewonnene Erinnerung, dass er von seinen Stiefeltern, die er kennen muss, aufgezogen worden ist: er muss also zu dem verständigen Schluss kommen, dass seine Nachkommenschaft von Vögeln, wie seine Stiefeltern sie sind, wird erzogen werden. Hiezu ist zu bemerken, dass es in der That nur eine sehr begrenzte Zahl von Vogelarten giebt, denen der Kukuk seine Eier unterlegt. Für unseren europäischen Kukuk sind es vorzüglich die Schilfsänger, Bachstelzen, Grasmücken und Pieper.

Man wird immerhin fragen, warum sorgt der Kukuk noch für das Unterbringen der Eier? Denn dass er aus einem Ei hervorgegangen ist, das wird er nicht wissen. Es gilt dieser Einwand aber auch für die Sorge aller anderen Vögel um ihre Eier. Jeder

Vogel wird auf Grund des ersten Ausbrütens von Jungen den Schluss ziehen, dass aus den Eiern, die er später legt, wieder Junge hervorgehen, und diese Erfahrung wird sich instinktiv vererbt haben. Ausserdem ist wohl anzunehmen, dass physiologische Ursachen vorhanden sind, welche dem Brüten zu Grunde liegen. Zur Fortpflanzungszeit findet ein bedeutender Blutzufluss zu den Geschlechtstheilen, besonders auch zu den Eileitern und den Eierstöcken statt, welche bei den aus meroblastischen (mit gesondertem Nahrungsdotter versehenen) Eiern hervorgehenden Vögeln ein grosses Ernährungsbedürfniss in dieser Zeit haben. Das hiezu gebrauchte Blut bringt nach dem Legen der Eier ein erhöhtes Wärmegefühl der Haut hervor, welches die Vögel vielleicht, wie schon Andere annahmen, ursprünglich durch Aufsitzen auf den kühleren Eiern zu lindern suchten, denn dies kann den ersten Anlass zum Brüten der Eier gegeben haben, das dann allmählich instinktiv geworden ist.

Uebrigens steht dahin, in wieweit alle Vögel, noch bevor sie selbst zum Brüten kommen, durch Beobachtung desselben Kenntniss von ihrer Entstehung aus Eiern gewinnen.

Der Kukuk hat keinen Brütungstrieb mehr, weil bei ihm durch das langsamere Ablegen der Eier andere physiologische Verhältnisse gegeben sind als bei den übrigen Vögeln, und ebenso ist es bei den Haushühnern und Hausenten. Die Zeit ist nicht abzusehen, aber sie muss kommen, wo diese überhaupt nicht mehr brüten, sofern die jetzigen Verhältnisse anhalten. Dass sich aber die Neigung zum Brüten der Vögel allmählich gebildet haben muss, geht schon aus ihrer Entstehung aus Reptilien hervor. Man wird einwenden, dass auch die Riesenschlangen auf ihren Eiern liegen — ich möchte aber annehmen, dass es sich hier wesentlich um Schutz der Eier durch die Alten handelt, wie er von so zahlreichen anderen Thieren geübt wird, weise übrigens die Annahme durchaus nicht zurück, dass dieser Schutz auch bei den Vögeln mit die Veranlassung zum Beginn des Ausbrütens der Eier gewesen sein könnte. Kam dazu die allmähliche Entwicklung der Warmblütigkeit, verbunden etwa

noch mit dem Bedürfniss der Kühlung oder auch ohne dasselbe, so war das Weitere gegeben.

Der Instinkt für die Nachkommenschaft zu sorgen, ist einer der am meisten befestigten, einer der vollkommensten unter allen, welche bei Thieren vorkommen, und es ist auffallend genug, dass er, und sei es unter dem Einfluss der Hauszüchtung, wie bei unseren Hühnern und Enten, verloren gehen kann. Dass er beim Kukuk nicht ganz verloren gegangen ist, habe ich mit auf die Möglichkeit eines gewissen Grades von Fortdauer der Beziehung der alten Kukuke mit den Nachkommen geschoben, ohne indessen darauf zum Zweck jener Beweisführung weiter Gewicht zu legen. Ich glaubte aber von jener Möglichkeit reden zu müssen, weil die Liebe der Eltern zu ihren Kindern und deren Sorge für dieselben offenbar in letzter Linie auf den Vortheilen der Gesellschaftsbildung, bezw. auf den Vortheilen beruht, welche die Familienglieder einander und welche insbesondere die Kinder den Eltern im Alter gewähren. Schon das Alleinstehen in der Welt ist peinlich. Es ist demnach der Instinkt der Sorge für die Nachkommen ein Gesellschaftsinstinkt (socialer Instinkt), und er gehört nach meiner praktisch gefassten Ansicht von „Vernunft“ mit zu den vernünftigen Instinkten, insofern als er die Sorge um die Zukunft der Art mit der Sorge um die Familie verbindet. Auf den niederen Stufen seiner Ausbildung wird die egoistische Seite dieses Instinkts noch stark hervortreten, aber auf Grund fortgesetzter gesteigerter, mit der geistigen Ausbildung der Lebewesen vermannigfaltigter und vergeistigter Beziehungen derselben wird er den idealsten Anforderungen gerecht.

Darwin erwähnt, dass einige Arten von Molothrus, einer amerikanischen Vogelgattung, verwandt mit unseren Staaren, ähnliche Gewohnheiten haben wie der Kukuk. Er meint, es lasse sich unter den Arten dieser Gattung eine Stufenreihe herstellen, welche die Entwicklung des Instinktes zeige. Nach Herrn Hudson baut

Molothrus badius zuweilen noch ein eigenes Nest, oder die Vögel legen ihre Eier in ein fremdes, nachdem sie dessen Junge hinausgeworfen haben, zuweilen bauen sie sich auch ein eigenes Nest auf das fremde hinauf. Sie brüten gewöhnlich ihre Eier selbst aus und ziehen ihre Jungen auf. Vielleicht liessen sie letztere aber zuweilen aufziehen, denn man habe beobachtet, dass Junge von ihnen alte Vögel anderer Art um Nahrung anriefen. Eine andere Art, Molothrus bonariensis, hat nach Darwin viel höher entwickelten „parasitischen Instinkt". Soweit es bekannt sei, lege dieser Vogel seine Eier unveränderlich in die Nester Fremder; es sei aber merkwürdig, dass zuweilen mehrere von ihnen anfingen, ein unregelmässiges, unordentliches, eigenes Nest an eigenthümlich schlecht passender Oertlichkeit zu bauen, wie auf den Blättern einer grossen Distel. Indessen vollendeten sie, soweit es Herr Hudson ermittelt habe, niemals ein Nest für sich selbst. Sie legten häufig so viele Eier — von fünfzehn bis zwanzig — in ein und dasselbe fremde Nest, dass nur wenig oder gar keine ausgebrütet werden könnten. Ueberdies hätten sie die ausserordentliche Gewohnheit, Löcher in die Eier zu picken, seien es nun Eier ihrer eigenen Species oder solche ihrer Pflegeeltern, die sie in den angeeigneten Nestern fänden. Viele Eier liessen sie auf den nackten Boden fallen, welche demzufolge vernichtet würden. Es dürften aber die Gewohnheiten dieser Art, wie ich vermuthen möchte, vielleicht eher schon auf eine Ausartung des parasitären Instinktes, nicht auf eine höhere Entwicklung desselben im Gegensatz zu der vorigen Art hinweisen. Der Vogel scheint anzufangen, sich um seine Eier nicht mehr ordentlich zu kümmern. Eine dritte Art, der Kuhstaar Molothrus pecoris, verhält sich ganz wie unser Kukuk. Es ist nun für meine Auffassung von der Entwicklung des Kukukinstinktes von Bedeutung, dass auch der Kuhstaar in Vielehigkeit lebt, und dasselbe scheint für Molothrus badius zu gelten. Herr Hudson sagt wenigstens nach Darwin: sie leben zuweilen in Heerden ganz willkürlich durcheinander, zuweilen paaren sie sich.

Vernunftinstinkte.

Die Bienen als Beispiel der Bedeutung erworbener und vererbter Eigenschaften für die Umbildung der Formen.

Ein Beispiel, welches in vielfacher Beziehung auf das schlagendste für meine Auffassungen spricht, insbesondere bezüglich der Vererbung geistiger Eigenschaften und bezüglich der grossen Rolle, welche Correlation bei Veränderungen der Geschlechtsorgane spielt, führe ich hier zuerst an.

Wir wissen von den Bienen, dass dort die Geschlechtslosigkeit der Arbeiterinnen die Folge ungenügender Ernährung der Larven ist, denn innerhalb der ersten acht Tage ihres Lebens können die Larven, welche dazu bestimmt sind, Arbeiterinnen zu werden, durch bessere Fütterung — die Fütterung, welche die Weisellarven erhalten — noch zu geschlechtsreifen, fortpflanzungsfähigen Königinnen erzogen werden.

Es ist dies, nebenbei gesagt, eines der schönsten, unwiderleglichsten Beipiele für die Bedeutung unmittelbarer äusserer Einflüsse auf die Formbildung.

Auch hier haben die Arbeiterinnen eine ganze Anzahl besonderer Eigenschaften des Körpers, welche offenbar in Correlation stehen mit der Verkümmerung der Geschlechtsorgane, denn wenn jene königlich gefütterten Arbeiterinnenlarven sich zu Königinnen entwickeln, so entwickeln sie dabei alle Eigenschaften der Königin.

Das Interessanteste ist aber, dass die Arbeitsbienen, welchen die Ernährung der Larven obliegt, nur im Nothfall, nur dann, wenn kein Königinnennachwuchs vorhanden ist, aus Arbeiterinnenlarven Königinnen erziehen. Es lässt dies fast schliessen, dass sie unter gewöhnlichen Verhältnissen ganz bewusst nur Arbeiterinnen erziehen, deren Menge ja im Staate so nothwendig ist — aber wenn sie es auch instinktiv thun: wie kommen sie zu dieser und zu so vieler anderer Arbeiterinnenweisheit? Die kann doch, so scheint es, so wenig von

ihren Eltern (Königin und Drohne) ererbt sein, wie die Flügellosigkeit der Arbeiterameisen von den geflügelten Eltern — ja noch weniger, denn die Weisheit der Arbeiterbienen ist in vielen Stücken eine weit grössere als die der Eltern! Auch diese geistigen Eigenschaften der Arbeiterbiene schlummerten in der Arbeiterbienenlarve und hätten sich entwickelt, wenn diese nicht die Fütterung der Königinnenlarven bekommen hätte — nun aber, da sie diese erhält, entwickeln sich durch die bessere Ernährung, zugleich mit den Geschlechtswerkzeugen und anderen körperlichen Eigenschaften, die besonderen geistigen Eigenschaften der Königin, nicht aber jene der Arbeiterbiene!

Und alles das bringt ein bischen Mehr von Nahrung zuwege!

Alles das lässt sich aber auch nur durch Zuhilfenahme der Vererbung erworbener Eigenschaften, durch eine solche Vererbung in mächtigem Masse und durch Correlation — nicht entfernt dagegen durch Kontinuität und Variabilität des Keimplasma und durch sexuelle Mischung, beziehungsweise Panmixie erklären.

Die Bienenlarve muss in ihrem Gehirn das Vermögen zu einer Anzahl von Fähigkeiten ererbt haben, welche von den Voreltern erworben worden sind — ich sage absichtlich Vermögen statt Anlagen, um Missverständnisse auszuschliessen; denn es handelt sich nicht um Anlagen, welche erst durch Thätigkeit zu fertigen Eigenschaften ausgebildet werden müssten — es handelt sich vielmehr um zwei Summen von untereinander zusammenhängenden Eigenschaften, welche fertig, ohne dass Uebung weiter nothwendig wäre, sich entwickeln — je nachdem die Larve das Bischen Futter mehr bekommt oder nicht. Ganz so treten diese zwei Gruppen von Eigenschaften zu einem Ganzen zusammen, wie aus einer Anzahl von Steinchen im Kaleidoskop, je nachdem man schüttelt, sich zwei wohlgeordnete Bilder herstellen: mit der Bildung der übrigen Eigenschaften muss in Folge der besseren Ernährung auch eine andere Bildung des Gehirns stattfinden, so dass jetzt eine ganz

bestimmte Summe von geistigen Eigenschaften zugleich herrschend wird.

Wie ich in meiner Freiburger Rede gesagt habe, müssen wir die verschiedenen vom Imker sogenannten Bienenwesen, Königin, Drohne, Arbeiter, als freilebende Organe eines Ganzen auffassen, welche sich aus einem indifferenten Vorfahren entwickelt haben. Und diese Gliederung kann nur die Folge sein nicht nur äusserer Anforderungen, sondern auch unmittelbarer äusserer Einwirkungen — besonders auch von Erfahrungen.

So nur können wir es uns erklären, dass die Eigenschaften der Arbeiterbienen, trotzdem dass diese sich nicht fortpflanzen, sich „vererben" — sie vererben sich ja nicht durch die Arbeiterinnen selbst, sondern sie vererben sich von den Ahnen her: die geschlechtliche Mischung von Drohne und Königin bringt einen Keim hervor, der alle die Eigenschaften besitzt, welche die Urform der Bienen besessen haben muss zu der Zeit, als noch keine Trennung in Königin und Arbeiterin und Drohne stattgefunden hatte.

Aus dem befruchteten Ei kann eine Arbeiterin oder, durch bessere Ernährung, eine Königin hervorgehen, auch eine Drohne, diese zwar nicht unmittelbar, aber doch mittelbar: die Königin „knospt", sie legt Eier, werden diese Eier nicht befruchtet, so entstehen Drohnen. Wir haben aber die Befruchtung mit der Conjugation verglichen und als Ernährung dargestellt: wird also das Ei der Königin von vornherein besser ernährt durch den Samen, so entsteht eine weibliche, bezw. eine Arbeiterinnenlarve.

Die zwei Geschlechter der Pflanzen und Thiere erscheinen nach Vorstehendem überhaupt als verschiedene Organe einer ursprünglich beide vereinigenden Form, wofür an sich andere allbekannte Thatsachen sprechen. Es lässt sich aber auch dadurch die Auffassung stützen, dass die Trennung der Geschlechter mit auf Ernährungsverhältnissen beruhe und ihre Eigenart (insbesondere in geistiger Beziehung) mit auf Correlation. Ich komme auf diese

Frage zurück und dann zugleich auf einen mit ihr in Zusammenhang stehenden Versuch zur Erklärung der Parthenogenese.

Da mir somit das vorliegende Beispiel von ganz besonderer Wichtigkeit auch für die Behandlung weiterer Fragen ist, fasse ich das Ergebniss meiner Ueberlegung kurz zusammen.

1) Die Thatsache, dass durch bessere Ernährung aus Arbeiterinnenlarven Königinnen erzogen werden können, welche ganz andere körperliche und geistige Eigenschaften haben als die Arbeiterinnen, zeigt in hohem Masse:

a) den Einfluss der Ernährung auf die Umbildung der Formen,

b) die Bedeutung der Correlation für ebendieselbe — die Bedeutung kaleidoskopischer Umbildung.

2) Der merkwürdige Vorgang dabei, insbesondere der Umstand, dass auch die geistigen Eigenschaften bei beiderlei Bienenwesen, bei Arbeitsbienen und Königinnen, so ganz verschiedene sind und in so bestimmter Weise je ein Ganzes für sich darstellen, lässt sich nur erklären durch die Annahme, es seien beiderlei Eigenschaften ursprünglich in einem Wesen vereinigt gewesen, und ihre Trennung sei auf Grund der Nothwendigkeit der Arbeitstheilung, eben durch kaleidoskopische Umbildung erfolgt, so dass beide Wesen als Organe jener Urform erscheinen.

3) Die ursprünglichste Form schloss aber auch die Drohnen ein. Es beruht ebenfalls auf reichlicherer Ernährung des Eies, wenn auch nur Arbeiterinnenlarven erzeugt werden: auf Ernährung durch den Samen, d. i. auf Befruchtung. Erfolgt diese Ernährung nicht, so entstehen Drohnen. Es sind somit Drohnen, Arbeitsbienen und Königinnen gewissermassen als Organe eines ursprünglich die Eigenschaften aller drei vereinigenden Wesens zu betrachten.

4) Vor Allem merkwürdig erscheint mir der Einfluss der Ernährung auf die geistigen Eigenschaften, bezw. die geschlossene Einheit, welche diese bei den verschiedenen Bienenwesen zeigen,

zumal da sie doch nur auf Grund von Erfahrung entstanden sein können. Uebrigens will ich nicht behaupten, dass die Trennung der geistigen Eigenschaften in drei Gruppen, so wie sie jetzt besteht, in ihrer jetzigen Vollendung und Abgeschlossenheit, plötzlich entstanden sei, noch dass so entstanden seien die Eigenarten der körperlichen Bildung bei den dreierlei Bienenwesen: Correlation muss bei Beginn der Trennung im Spiele gewesen sein. Diese dreierlei Bienenwesen aber haben sich jedes für sich auf Grund der Einwirkung äusserer Verhältnisse (bezw. der Erfahrung) und der Auslese allmälig höher vervollkommnet, und die jetzt stattfindende plötzliche Umbildung, z. B. einer Arbeiterinnenlarve in eine Königin durch bessere Ernährung stellt eine kurze Wiederholung der früher allmälig vor sich gegangenen Entwicklung dar.

Im Uebrigen setze ich voraus, dass eine Zeit lang im Bienenstaate nur Männchen und Weibchen vorhanden waren, aber keine Arbeitsbienen.

Eine Erklärung für die meiner Auffassung entsprechende Entstehung der Bienenwesen geben uns die bezüglichen Zustände bei den Hummeln.

„Wenn im Frühling die allesbelebende Sonne den Boden bis zu einer gewissen Tiefe durchwärmt hat, so schlüpft aus einer selbstgegrabenen, meist an der Sonnenseite angelegten Höhle, aus einem morschen Baumstamm, aus einem Moosrasen oder einem anderen Schlupfwinkel, wo es den Winterschlaf zugebracht, ein Hummelweibchen hervor“, so beginnt Professor Eduard Hoffer seine Beschreibung der Hummeln Steiermarks [1]) und er schildert weiterhin die Gründung der Hummelfamilie folgendermassen: Das Hummelweibchen schlürft zunächst Nektar von Blume zu Blume, dann sucht es eine Stelle, um ein Nest zu bauen. Hat es diese Stelle (irgend ein passendes Loch) gefunden, so trägt es

---

1) E. Hoffer, Die Hummeln Steiermarks, Lebensgeschichte und Beschreibung derselben. Graz 1882.

weiches Moos, Gras, Laub, Thierhaare, feine Tannen- oder Kiefernnadeln herbei und bildet das Nest, von allen Seiten geschlossen, mit nur einem nach Sonnenaufgang gerichteten, in der Regel mit einer versteckten Oeffnung versehenen Flugloch. Dann sammelt es Honig und Pollen, macht eine Wachszelle, füllt sie mit honigdurchtränkten Pollen und legt ein paar Eier hinein, aus welchen sich in Kürze Larven entwickeln, welche rasch wachsen und deshalb viel Nahrung brauchen. Die Mutter arbeitet nun sehr angestrengt Tag und Nacht zum Wohl ihrer Kinder, indem sie bei Tage hauptsächlich sammelt und die Larven füttert, in der Nacht die Neststoffe zerbeisst und zurechtlegt, sie oben mit einem wachsartigen Stoff überklebend, und indem sie die Jungen wärmt; sie gönnt sich nur wenig Ruhe, ausser wenn schlechtes Wetter ist. Endlich, anfangs Mai, bei einzelnen Formen sogar mehrere Wochen später, kriechen die ersten jungen Hummeln hervor. Diese sind Arbeiter, viel kleiner als die Mutter (Königin), verkümmerte Königinnen. Sie fliegen sofort aus, um Nektar und Blüthenstaub zu sammeln und einzutragen. So lange ihrer noch wenige sind, fliegt die Mutter noch fleissig mit auf die Weide, später weniger; sie bleibt jetzt viel zu Hause, eierlegend und brütend. Zuletzt fliegt sie gar nicht mehr aus, da sie in der Regel flügellahm wird. Ein Theil der Arbeiter bebrütet die noch in den Zellen befindlichen jüngeren Geschwister, füttert sie, baut am Neste, reinigt dasselbe, beleckt und erwärmt jene liebreich, wenn sie ausschlüpfen. Die Arbeiter erheben ein starkes Summen bei irgend welcher Störung und vertheidigen das Nest durch Stechen des Angreifers. — Mit diesen ihren Gehilfinnen lebt nun die Königin mehrere Wochen, ja bis drei Monate, ihre Zahl fortwährend vermehrend. In der Regel gegen den Juli kriechen jedoch viel grössere Junge hervor, ebenfalls der Königin gleichend, die sogenannten „kleinen Weibchen“ oder grossen Arbeiter, d. i. Weibchen, deren Fortpflanzungsorgane zwar entwickelt sind, welche aber in der Regel nur Drohneneier erzeugen, unter gewissen Umständen aber auch Eier für Weib-

chen und Arbeiter legen können. Diese grossen und die kleinen Arbeiter und das alte Weibchen, alle drei legen nun Drohneneier in grosser Zahl, aus welchen die Männchen entstehen. Erst gegen das Ende des Sommers legt die Mutter wieder Königinneneier. Es befinden sich jetzt also in der Familie: 1) die alte, häufig flügellahme, haarlose Königin, 2) zahlreiche junge Königinnen, 3) die gewöhnlichen oder kleinen Arbeiter, 4) die grossen Arbeiter oder kleinen Weibchen, 5) die Drohnen oder Männchen. Alle Arbeiter fliegen den Sommer über aus, zu sammeln, etwa $^1/_4$ Stunde vor Sonnenaufgang geweckt durch ein eigenthümliches Summen, die Stimme des Trompeters. Auch die Männchen gehen auf die Weide, aber nur von 10 Uhr Vormittags bis 4 Uhr Nachmittags und nur für sich. Sie arbeiten auch nicht im Neste — indessen zuweilen sah sie Hoffer auch zugreifen, aber nur dann, wenn von einem Neste das Dach weggenommen wurde. An schönen, sonnigen Tagen im Juli, August, September und der ersten Hälfte des Oktober fliegen nun die jungen Königinnen aus dem Neste, setzen sich an sonnigen Baumstämmen, breiten Blättern, Zäunen, Mauern nieder und werden hier von Drohnen des eigenen oder anderer Nester aufgesucht, umworben und dann im Fluge befruchtet. Sind so die jungen Königinnen alle in den Stand gesetzt, im nächsten Jahre eine neue Kolonie begründen zu können, so zerstreut sich die ganze Familie nach und nach. Die bevorzugten Männchen sterben bald, die übrigen fliegen viel herum, kommen nicht einmal in der Nacht mehr nach Hause, sondern übernachten öfters auf den Blumen und gehen allmälig zu Grunde (ein trauriges Bild verfehlten Daseins!)

Nimmt man die Mooshülle eines in seiner Blüthe stehenden Nestes ab, so kommt man gewöhnlich auf eine Wachsdecke, und wenn man auch diese abhebt, so sieht man nicht den regelmässigen Wabenbau der Bienen und Wespen, sondern einen ziemlich unregelmässigen Klumpen, bestehend aus grösseren und kleineren, haselnussähnlichen Puppentönnchen, meist von schön

weisslichgelber Farbe, dunkleren Klumpen von Larvenzellen und kleineren, etwa linsen- bis erbsen-, mitunter sogar bohnengrossen Eierklümpchen; einige der fingerhutartigen Puppentönnchen, aus denen die Hummeln schon ausgeschlüpft sind, erscheinen durch Ausstreichen mit Wachs in Honigbehälter und Pollenbecher umgewandelt; daneben sieht man noch eine grosse Menge von eigentlichen Honigtöpfchen, die aus Wachs ausgeführt sind und von denen häufig an einem recht günstigen Tage 10 und mehr aufgebaut werden.

Geschlechter giebt es in der Hummelfamilie nur zwei: Männchen und Weibchen, denn die kleinen und grossen Arbeiter sind nichts als in Folge von schlechterer Ernährung, vor Allem der mangelnden Honigfütterung während des Larvenlebens, geschlechtlich unvollkommen entwickelte Weibchen.

Die Nutzanwendung aus diesen Thatsachen ist nun die folgende: Die Hummelkönigin ist noch nicht ein so abgeschlossenes Mutterthier wie die Bienenkönigin. Die letztere ist reines Mutter- bezw. Fortpflanzungsthier (weibliches Fortpflanzungsorgan) des Bienenstaates: sie sammelt nicht, sie baut nicht, sie ernährt sich nicht einmal selbst, sondern lässt sich von den Arbeiterinnen füttern; die Hummelkönigin sorgt für alles dieses im Anfang ihrer öffentlichen Wirksamkeit. Dasselbe gilt für die Drohnen: die Hummeldrohnen ernähren sich selbst und legen, wenn auch nur ausnahmsweise, Hand bei der Arbeit an, die Bienendrohnen dagegen lassen sich wie die Bienenkönigin füttern und arbeiten nicht. Die Hummeldrohnen sind nahe daran, alle Selbständigkeit in Beziehung auf andere Funktionen, abgesehen von der Geschlechtsfunktion, zu verlieren, wie die Bienendrohnen, aber noch sind sie darin nicht so weit wie diese. Ganz dasselbe gilt für die Arbeiterinnen. Die Arbeiterinnen der Bienen legen keine Eier mehr. Es sind zwar durch die Bienenzüchter Fälle noch in der letzten Zeit in unseren Bienenzeitungen bekannt geworden, wonach Arbeiterinnen von Drohnen begattet wurden. Es haben diese Fälle unberechtigte Zweifel und unberechtigtes Aufsehen erregt. Denn

da die Arbeiterinnen eben nur verkümmerte Weibchen sind, so kann es keine Verwunderung erregen, wenn einmal ihre Geschlechtsorgane, vielleicht durch zufällige bessere Fütterung der Larven, besser entwickelt wurden und wenn sie sogar Begattungstrieb zeigten. Es ist auch bekannt, dass Arbeiterinnen in weisellosen Stöcken zuweilen Eier legen, aus welchen dann Drohnen hervorgehen (Buckelbrut). Es geben diese ausnahmsweisen Verhältnisse bei den Arbeitsbienen einen vollständigen Uebergang zu jenen, welche wir bei den Hummeln noch regelmässig haben. Hier legen die Arbeiterinnen stets noch Drohneneier, ja die erste Brut der Arbeiterinnen, die kleinen Arbeiterinnen, können nur Drohneneier legen, die zweite Brut, die grossen Arbeiterinnen oder kleinen Weibchen, sollen sogar, wie bemerkt, unter Umständen weibliche Eier legen können. Es sind also auch die Arbeiterinnen der Hummeln noch nicht, wie die der Bienen, ganz ausschliesslich Arbeiterinnen. Der Einfluss der Ernährung liegt aber hier unmittelbar vor Augen. Die erste Brut der Arbeiterinnen, zu einer Zeit gelegt, in welcher die Königin noch Alles allein oder nur mit weniger Arbeiterinnen Beihülfe zu besorgen hatte, kann natürlich nicht so reichlich gefüttert werden, wie dies bei der zweiten Brut, wo schon die ganze Masse der Arbeiterinnen Hülfe leistet, möglich ist. Diese besser genährte Brut hat nach Hoffer schon entwickelte Geschlechtsorgane, ihr besserer Ernährungszustand gegenüber der ersten zeigt sich auch in ihrer bedeutenderen Grösse, und sie legt zuweilen Eier, aus denen Weibchen hervorgehen, welche also befruchtet sein werden. Endlich folgen die jungen Königinnen, deren Larven durch beide Arbeiterbruten am besten ernährt werden können und deren Ei durch die Befruchtung gleichfalls einen wesentlichen Zuwachs an Nährmaterial erhalten hat.

Die Gestaltung der Verhältnisse bei den Bienen wird einen ähnlichen Ursprung genommen haben, aber hier fand eine vollständige Entwicklung zu einem Staate statt, während die Hummeln und ebenso auch die gesellig lebenden Wespen es nur zu einer

grossen Familie bringen. Die Bienen opfern ihrem Staat mit rücksichtsloser Entschiedenheit das Wohl der einzelnen Glieder, indem sie ihre Drohnen umbringen, wenn sie unnöthig geworden sind, während diese bei den Hummeln allmälig elend zu Grunde gehen. Die Hummelkönigin stirbt im zweiten Jahr, die Bienenkönigin aber ist gezwungen, im Interesse des Staates im nächsten Jahr, wenn sie Nachwuchs erhalten hat, den Stock zu verlassen und sich einen neuen Staat zu gründen, aber dieses Staatenleben hat den Vortheil für die Mutter des Ganzen und für die Arbeiterinnen, dass sie länger ein gesichertes Leben haben, denn auch die Arbeiterinnen der Hummeln überleben den Winter nicht, wohl aber diejenigen der Bienen.

Aehnliche Verhältnisse wie bei den Hummeln haben wir in dieser Beziehung bei den Wespen.

Der Urgrund dieses wesentlichen Unterschiedes zwischen Hummel-, bezw. Wespen- und Bienenhaushalt besteht aber offenbar darin, dass der Vernunftinstinkt, d. i. die Vorsorge für die Zukunft, bei den Bienen zunächst für Nahrung, ein weit grösserer ist als bei Hummeln und Wespen, welche für keine Wintervorräthe sorgen und deren Weibchen in Verstecken überwintern müssen.

Es ist schon oft das Staatenleben der Bienen und der Ameisen als das Ideal socialpolitischer Einrichtungen gepriesen worden. Ganz gut, aber in diesen Thierstaaten steht der Einzelne unbedingt mit aller seiner Thätigkeit für das Ganze ein, als dessen Diener, und fügt er sich nicht oder hat er seinen Zweck erfüllt, so wird er ausgestossen oder vernichtet. Die Bienenkönigin aber fängt nicht eher an, für die Fortpflanzung des Bienenstockes zu sorgen, als bis die nöthige Anzahl von Arbeiterbienen, um zwei Stöcken sicheren Unterhalt zu gewähren, da ist, und Hummel- und Wespenweibchen beginnen ebenfalls ihre Familie damit, dass sie für Arbeiter sorgen. Das ist vernünftig; die Ursachen der socialen Frage in der Menschheit aber beruhen zu einem grossen Theil auf Unvernunft in Be-

ziehung auf Gründung der Familie, zum anderen auf der Last von Müssiggängern im Staate.

Im Vorhergehenden ist die Entstehung der geschlechtlich nicht ausgebildeten Arbeiterinnen im Staate der Hummeln und Bienen — und dasselbe wird für die gesellig lebenden Wespen und die Ameisen gelten — auf schlechtere Ernährung zurückgeführt worden. Es frägt sich nun: Ist diese Entstehung eine zufällige oder lässt sie in ihren Anfängen eine Ueberlegung der Familien, bezw. Staaten bildenden Thiere erkennen? Es muss offenbar mit Bestimmtheit das letztere angenommen werden. Die Thiere müssen, als sie Familien, bezw. Staaten gründeten, die Nützlichkeit des Zusammenlebens mehrerer Glieder, das Fruchtbringende gemeinsamer Arbeit eingesehen haben. Die Bienen müssen z. B. auch eingesehen haben, dass das Einsammeln von Vorräthen für den Winter ihnen nützlich sei. Ganz ist der Zufall bei der Erklärung dieses Einsammelns vielleicht nicht auszuschliessen: es kann sein, dass die Thiere in ausnahmsweise günstigen Sommern besonders starke Vorräthe eingesammelt haben, so dass wenigstens ein Theil von ihnen, statt im Herbst zu Grunde zu gehen, mit der Königin den Winter überlebte und dieser dann im kommenden Frühjahr gleich wieder zur Hand gehen konnte. Auslese kann dabei deswegen nicht massgebend gewesen sein, weil die Arbeiterinnen sich nicht fortpflanzen. Um aber nun diese günstigen Verhältnisse zur Regel zu machen, war Einsicht und Ueberlegung von Seiten der Thiere und war Vererbung dieser Fähigkeiten nothwendig. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Königin bei den Bienen ursprünglich miteingesammelt und mitgebaut und dass sie die so gemachten Erfahrungen den Nachkommen vererbt haben wird. Man könnte dagegen einwenden, und der reine Darwinismus wird das thun: der Instinkt des Einsammelns könnte so entstanden sein, dass einfach die zufällig fleissiger sammelnden Königinnen die weniger fleissig sammelnden überlebten, und dass so schliesslich eine Rasse sich bildete, welche ganz mechanisch, ohne zu wissen, warum, Wintervorräthe eingesammelt hat. Allein,

wenn dem so wäre, wäre nicht zu begreifen, wie der Instinkt des Einsammelns bei der Königin thatsächlich nicht gesteigert worden, sondern verloren gegangen ist. Auch ist diese Auffassung nicht wahrscheinlich, schon wegen der hohen, nicht instinktiven geistigen Fähigkeiten, von welchen Hymenopteren so laut Zeugniss ablegen.

Man könnte weiter die Entstehung des Sammelinstinktes dadurch erklären, dass die Winter, oder in warmen Gegenden die zum Sammeln ungünstigen Jahreszeiten sich ganz allmälig verlängerten und dass nur diejenigen Bienenvölker übrig blieben, welche die fleissigsten waren. Es gelten aber dagegen die der vorigen Auffassung gemachten Einwände ebenfalls und dazu verschiedene andere, auf welche ich hier nicht eingehen will.

Dass eine allmälige Verlängerung der zum Sammeln ungünstigen Jahreszeit zur Entstehung des Bienenstaates, so wie er ist, und vor Allem zum Einsammeln grösserer Vorräthe beigetragen haben wird, scheint mir anzunehmen nothwendig; aber ebenso nothwendig, dass Hand in Hand damit Ueberlegung und Voraussicht der Bienen thätig waren und sich durch die Erfahrungen gesteigert haben [1]). Dass übrigens die Bienen noch heute ihre Vorräthe mit dem Bewusstsein eintragen, dass dieselben für sie eine Nothwendigkeit sind, dafür spricht die jedem Bienenzüchter bekannte Wuth, mit welcher die Bienen, vorzüglich die italiener, häufig den verfolgen, welcher ihnen ihren Honig weggenommen hat. Sogar mehrere Tage nach dem Honigausschleudern verfolgen einzelne Bienen den Menschen in der Nähe des Bienenstandes und suchen ihn zu stechen. Vollkommen glaubwürdig erscheinen mir die Angaben, nach welchen Bienenzüchter, die den Bienen keine Ruhe liessen und ihnen wiederholt den letzten Rest des Honigs

---

1) In Australien, wo die Bienen fast das ganze Jahr hindurch Tracht haben, soll der Trieb, Vorräthe einzusammeln, in der That in verhältnissmässig kurzer Zeit schwinden, so dass es wiederholt nothwendig wird, denselben durch fremde Königinnen wieder aufzufrischen.

herausnahmen, plötzlich, wie auf gemeinsamen Beschluss, von ihnen überfallen und jämmerlich zugerichtet wurden.

Wie Vernunft überhaupt nicht irgendwie oder irgendwo plötzlich entstanden sein kann, sich vielmehr allmälig nach Massgabe der Gestaltung äusserer Verhältnisse entwickelt haben muss, so wird auch bei den Bienen die Entwicklung des jetzt vernünftigen Sammelinstinkts sich ganz allmälig gemacht haben, und zunächst aus einer einfach verständigen, nur das nächste Bedürfniss befriedigenden Thätigkeit hervorgegangen sein. Ich will dies im Einzelnen hier nicht weiter verfolgen, aber doch hervorheben, dass schon die Entstehung von geschlechtlich verkümmerten Arbeiterinnen eine höchst merkwürdige Ueberlegung von Einzelwesen zu Gunsten des Ganzen erkennen lässt. Denn die Entstehung von Arbeitern kann doch wohl nur so erklärt werden, dass die Urhummel oder Urbiene nicht alle Larven ordentlich ernähren konnte und durch die auf diese Weise erzeugten Arbeiter einen Vortheil im Hauswesen erhielt. Diesen Vortheil müssen die Thierchen derart erkannt haben, dass sie später absichtlich solche Arbeiterinnen durch schlechte Fütterung erzogen. Andererseits könnte man sich die Entstehung von geschlechtlich verkümmerten Arbeiterinnen auch so erklären, dass einzelne Thierchen sich derart den Aufgaben des Ganzen zu widmen anfingen und die eigene Ernährung darüber in dem Masse vernachlässigten, dass ihre Geschlechtsorgane nicht mehr zur vollen Ausbildung kamen.

Weiteres über Vernunftinstinkt und über Verstandesthätigkeit der Thiere.

Es müssen selbstverständlich alle Fälle, in welchen Thiere Voraussicht für den Winter zeigen, indem sie Vorräthe eintragen oder überhaupt sich schützende Winterquartiere vorbereiten, als

Vernunftinstinkte bezeichnet werden, ferner die Fälle, in welchen Einzelthiere zu Gunsten ihrer Nachkommen, für Nahrung auf spätere Zeiten sorgen. Mit am merkwürdigsten ist in dieser Beziehung das Verhalten der Mauerlehmwespe, Odynerus parietum, und verwandter Raubwespen. Die Mauerlehmwespe macht mit ihren Kiefern ein etwa 10 cm tiefes Loch in eine Lehmwand, den herausgeschafften Lehm benetzt und erweicht sie durch Speichel und wohl auch durch Wasser und baut damit vom Eingang des Loches an eine Röhre, durch welche sie dieses verlängert. Das Rohr steht anfangs im rechten Winkel zur Mauer, biegt sich aber dann abwärts; wahrscheinlich wird diese Richtung gewählt, um das Abfliessen des Wassers zu erleichtern, ähnlich wie die Papierwespe (Polistes gallica) ihre aus gekautem Holz gemachten Zellen nach abwärts richtet, damit der Regen möglichst wenig hineinkommt, während die Bienen umgekehrt ihre Zellen nach aufwärts richten, damit der Honig darin bleibt. Einzelne Körnchen des Lehms aber wirft die Wespe durch ihren Mund aus der Röhre heraus. Taschenberg[1]) hat die Ansicht ausgesprochen, dass dies das Baumaterial sei, mit welchem sie später die Röhre verschliesse. Ist das Nest fertig, so trägt die Wespe im Fluge Larven von Käfern und anderen Kerfen herbei, welche sie durch einen Stich in die der Bewegung vorstehenden Ganglien gelähmt hat — einer der bewundernswerthesten Instinkte, die es überhaupt giebt: da die Thiere verschiedene Larven mit verschieden gestaltetem Nervensystem eintragen, so müssen sie die Lähmung auf verschiedene Weise ausführen, und auch abgesehen davon machen sie ein physiologisches Experiment, welches den Kenntnissen des Menschen weit vorausgeeilt ist. Die Wespe trägt so eine regungslose, aber lebende Larve nach der andern in die Röhre ein und füllt dieselbe damit, dabei werden die Larven derart zusammengerollt eine nach der andern in der Röhre gelagert, dass sie einen möglichst geringen Raum

1) Brehm's Thierleben, II. Aufl., 9. Band, S. 240.

einnehmen. Zuletzt legt sie ihr Ei zu dem Vorrath und schliesst die Oeffnung mit Lehm. Darauf beginnt sie eine neue Röhre, um so ein Ei nach dem andern abzulegen.

Welch' wunderbares Verfahren! Welche Schlussfolgerungen von Seiten des Thieres waren nothwendig, um dazu zu gelangen! Die Larven der Mauerlehmwespe brauchen thierische Nahrung. Todte Nahrung, in die Zelle eingeschlossen, wird in Kurzem verderben, lebendige, freibewegliche wird das Ei zerstören, deshalb lähmt die Raubwespe Larven und schichtet sie wie Mehlsäcke in der Zelle aufeinander. Wie kam sie auf dieses Verfahren? Zu Anfang wird sie Larven irgendwie durch Stiche getödtet und in die Zelle eingetragen haben. Die üblen Folgen machten sich bemerklich, indem die Larven verwesten, bevor sie der Brut der Wespe zur Nahrung dienen konnten. Inzwischen machte diese die weitere Erfahrung, dass solche Larven, welche sie an bestimmten Stellen des Körpers gestochen hatte, zwar unbeweglich wurden, aber am Leben blieben, und nun schloss sie, dass gerade so gestochene Larven als lebende, unbewegliche Nahrung sich längere Zeit unverändert aufbewahren liessen. Man kann einwenden, die Mauerwespe habe die Larven nur unbeweglich gemacht, um sie leichter eintragen zu können, aber auch wenn nur dies der Fall wäre, so hätte das Thier, um sein Verfahren zu verallgemeinern, schon einen deduktiven, einen Vernunftschluss ziehen müssen.

Es ist in diesem Falle jede Möglichkeit ausgeschlossen, dass das Thier anders als durch Ueberlegung auf Grund gemachter Erfahrungen zu seiner Gewohnheit gekommen ist.

Ein genauer Beobachter, Lichtenstein, berichtet vom Eierlegen und Brüten der Strausse, dass während der Brutzeit ein Hahn und drei bis vier Hennen zusammenleben, und fährt fort: „Alle die Hennen legen ihre Eier in ein und dasselbe Nest, welches aus nichts weiter besteht, als aus einer runden Vertiefung in dem etwas aufgelockerten Thonboden, welche so gross ist, dass sie diese beim Brüten eben bedecken können. Rund umher scharren sie mit den Füssen eine

Art Wall, gegen welchen sie die Eier im äussersten Kreise anlehnen. Jedes Ei im Neste steht auf der Spitze, damit ihrer die grösstmöglichste Zahl Platz finde. Sobald zehn bis zwölf Eier im Neste sind, fangen die Vögel an zu brüten, und zwar abwechselnd, indem am Tage sich die Hennen einander ablösen, bei Nacht aber brütet das Männchen allein, um die Angriffe des Schakals und der wilden Katzen, welche den Eiern gierig nachstellen, abwehren zu können. Indessen legen die Hennen während des Brütens immer fort, und nicht nur bis das Nest voll ist, welcher Fall eintritt, sobald dreissig Eier darin sind, sondern auch nachher. Diese später gelegten Eier liegen unordentlich um das Nest herum und scheinen von der Natur dazu bestimmt, die Raubsucht der oben genannten Feinde zu befriedigen, denen sie lieber diese frischen Eier, als die schon bebrüteten preisgeben wollen. Indessen haben dieselben noch eine wichtigere Bestimmung, die nämlich, den jungen Straussen, welche, wenn sie ausgekrochen sind, schon die Grösse eines gewöhnlichen Hahnes haben und deren zarte Magen doch nicht gleich das harte Futter der Alten vertragen, zur ersten Nahrung zu dienen. Die Alten selbst zertreten ihnen eines der Eier nach dem anderen und bringen sie durch dieses nahrhafte Futter in kurzer Zeit so weit, dass sie selbst im Stande sind, sich im Felde ihre Nahrung zu suchen." Dieselbe Beobachtung ist auch von Anderen gemacht, und wenn Brehm sie bezweifelt, so geschieht dies mit Gründen, welche nicht massgebend sein können[1]). Dass derartige Ernährung der Nachkommenschaft durch Eier vorkommt, beweist der schwarze Alpensalamander (Salamandra atra). Die Thatsache, dass dieses Thier lebendige Junge zur Welt bringt ohne Kiemen und mit vollständig ausgebildeter Lungenathmung, im vollen Gegensatz zu sämmtlichen übrigen geschwänzten Lurchen, deren Junge mit Kiemen geboren werden, beruht bekanntlich darauf, dass die Lebensverhältnisse des Alpensalamanders ein Ablegen der Brut ins Wasser nicht gestatten.

---

1) a. a. O., 6. Bd., S. 198, 199.

Dieselbe entwickelt sich in Folge dessen, d. h. in Folge des Zwanges äusserer Verhältnisse, bis zur Ausbildung der vollständigen Lungenathmung in den Eileitern der Mutter, und zwar findet in diesen Eileitern in der Weise ein merkwürdiger Kampf ums Dasein statt, dass in jedem derselben nur ein Junges sich entwickelt, welches sich auf Kosten der übrigen in ihnen enthaltenen Eier so lange ernährt, bis es seine Reife erlangt hat. Ich bemerke dies, weil Brehm die Behauptung der Ernährung von Vögeln durch ihre Eier als etwas an sich Absonderliches hinstellt. Eine solche Ernährung kommt auch bei Lurchen sonst nicht vor.

Es werden also bei dem Alpensalamander die meisten der sonst zur Nachkommenschaft bestimmten Eier von zwei mehrbegünstigten Jungen aufgefressen.

Uebrigens wäre das Beispiel vom Strauss als ein solches für Vernunftinstinkt nur dann zu verwerthen, wenn angenommen werden könnte, dass die Hennen zum Mitbebrüten einer Anzahl von Eiern in der Absicht gekommen sind, ihren Jungen die erste Nahrung zu verschaffen. Da die betreffenden Verhältnisse nicht genauer bekannt sind, so ist es nicht möglich, darüber ein Urtheil zu fällen; jedenfalls aber ist es Verstandesinstinkt oder Verstandesthätigkeit überhaupt, wenn die Strausse diese Eier zur Nahrung für ihre Jungen verwenden, und ich wählte dieses Beispiel, um den Unterschied zwischen beiden Geistesthätigkeiten hervorzuheben, ausserdem wegen seiner Seltenheit, weil es wenig bekannt ist, und deshalb, weil die Strausse sprichwörtlich als dumme Thiere bezeichnet werden.

Wie aber kam der Biber dazu, durch förmliche aus Bengeln, Reisern und Zweigen hergestellte Wehre das fliessende Wasser zu stauen, um einen Theil der in den Uferrändern ausmündenden Röhren seines an sich so kunstreichen Baues beständig unter Wasser zu halten?

Wie kamen Ameisen dazu, förmlich Ackerbau zu treiben, gewisse Grassamen einzusammeln, keimen zu lassen, ihre Keime ab-

zubeissen — zu malzen, die Samen zu trocknen und für spätere Bedürfnisse aufzubewahren? Wie kamen sie dazu, Sklaven zu halten und sich von ihnen füttern zu lassen, soweit dass eine und die andere Art es verlernt hat, sich durch eigene Thätigkeit zu ernähren?

Ich gehe auf die wunderbaren Thatsachen, welche uns insbesondere die staatenbildenden Hymenopteren, vor allem gerade die Ameisen, für den Vernunftinstinkt bieten, nicht näher ein, sie sind lange bezweifelt, aber durchaus festgestellt, nachdem vorzüglich Forel die Untersuchungen von Huber über die Ameisen voll bestätigt und in seinem hervorragenden Buche deren zahlreiche neue hinzugefügt hat — nicht zu reden von den Beobachtungen Huber's an Bienen, von welchen jeder aufmerksame Bienenzüchter viele unmittelbar bestätigen kann [1]).

Forel kommt für die Ameisen auf Grund der von ihm beobachteten Thatsachen zu dem Schlusse, dass sie fähig seien, sich selbst für die Allgemeinheit zu opfern, das höchste Mass von idealer Thätigkeit, welches wir auch vom Menschen verlangen können; und wenn solche Thätigkeit bei Thieren instinktiv geworden sein sollte, so muss das nur um so höhere Bewunderung ihres geistigen und ihres Staatenlebens erwecken, und die menschliche Gesellschaft muss gestehen, dass sie so weit kaum gelangt ist.

Die vor wenigen Jahren in Meran verstorbene Gräfin Nostiz, welche mit ihrem ersten Manne, dem Entomologen Helfer, die aus dem von ihr nach dessen Tagebüchern verfassten Buche „Helfer's Reisen“ bekannte Reise nach Asien gemacht hat, eine höchst geistreiche und für Naturbeobachtung selten veranlagte Frau, versicherte mir vollkommen glaubwürdig, dass sie mit eigenen

---

1) Forel, Les fourmis de la Suisse. Bale, Genève, Lyon 1874. P. Huber, Recherches sur les moeurs des fourmis indigènes. Paris 1810. F. Huber, Nouvelles observations sur les abeilles. 2. ed. Paris, Genève 1814. Vergl. auch die Arbeiten von Lubbock.



Augen folgenden Vorgang beobachtet habe: Ein Zug von Ameisen gelangte auf lebhafter Wanderung an das Ufer eines Baches, über welchen die Thierchen hinüber wollten. Der Vortrab prüfte zuerst die Uferstelle, welche, wie das Folgende zeigte, zum Uebergang bestimmt war, hier und dort; dann ging eine Anzahl der Ameisen, während sie sich an Grashalmen am Ufer festhielten, ins Wasser, andere stiegen über sie hinein, hielten sich an ihnen fest, andere stiegen über diese, hielten sich an ihnen u. s. f.: so bildeten diese Thierchen, ertrinkend, eine Brücke, über welche die Masse des Zuges dann an das jenseitige Ufer hinüberschritt. Es ist nicht anders denkbar, als dass diese Ameisen vorher die Breite des Baches und die übrigen Verhältnisse genau ausgekundschaftet und daraufhin beschlossen hatten, diese Art des Ueberganges zu wählen. Das mag abenteuerlich klingen, aber nur deshalb, weil die Menschen, auch viele Naturforscher, die geistigen Fähigkeiten der Thiere offenbar unendlich viel zu gering schätzen, und so ist die Masse stets geneigt, Angaben derjenigen, welche sich genau mit dem Leben irgend einer Thiergruppe befasst haben, als Märchen zu bezeichnen. Es ist ja Gebrauch, die wunderbarsten geistigen Fähigkeiten der Thiere ohne Unterschied Instinkt zu nennen, weil die Menschen glauben, diese Fähigkeiten dadurch herabsetzen, als etwas Maschinenmässiges, von vornherein in die Natur der Thiere Gelegtes darstellen zu können, eben in der Meinung, ihre eingebildete Ausnahmestellung gegenüber den Thieren um jeden Preis, und sei es auf Kosten der Freude an der Natur und auf Kosten der eigenen Bildung, retten zu müssen. Diejenigen unter ihnen ferner, welche durch ihre Auffassung dem Schöpfer dienen wollen, merken nicht, dass sie das Gegentheil thun, indem sie ihn durch dieselbe verkleinern statt ihn grösser zu machen. Es giebt aber solche Ansicht, abgesehen hiervon, jede Erklärung des Instinktes und der geistigen Fähigkeiten der Thiere überhaupt auf.

Die Erklärung des Instinktes als ererbte Erfahrung dagegen lässt dessen Aeusserungen als das Ergebniss fortgesetzter Uebung

auf Grund dieser Erfahrungen erscheinen, sie lässt Verstand und Vernunft freilich maschinenmässig werden, aber es liegt in diesem Maschinenmässigen nichts, was den Instinkt herabsetzte — im Gegentheil, es wird dadurch die ursprüngliche scharfe und zielbewusste Ueberlegung der Thiere nur in ein höheres Licht gebracht. Verstandes- und Vernunftinstinkt sind überhaupt ein hochbedeutsames Glied in der Entwicklung der geistigen Fähigkeiten. Durch sie und in geringerem Grade durch automatische Thätigkeit werden, wie schon angedeutet, Kräfte frei für weitere geistige Arbeit, sie stellen entschieden ein Mittel dar für die Fortentwicklung des Geisteslebens.

Wie in der körperlichen Entwicklung des Individuum im Laufe der Zeiten eine Abkürzung stattfindet, welche ihm Zeit, Stoff und Kraft zu fernerer Umgestaltung giebt, welche sein Weiterwachsen ermöglicht, so ist es auch mit der geistigen Entwicklung: der Instinkt entwickelt sich durch eine zweckmässige Abkürzung, Vereinfachung des Denkprocesses.

Aus der von mir vertretenen Auffassung des Instinkts ergiebt sich, wie später noch näher berührt werden wird, dass wir eine Grenze zwischen willkürlicher, also auf augenblicklicher Ueberlegung beruhender Verstandes- und Vernunftthätigkeit und Instinkt durchaus nicht überall feststellen können. — Diejenigen, welche das geistige Leben der Thiere möglichst gering schätzen, wollen von beiden ersteren überhaupt nichts wissen, obschon beide nothwendig die Voraussetzung des letzteren sein müssen. Schon einige der vorgenannten Beispiele zeigen die Schwierigkeit der Unterscheidung von Verstand und Vernunft einerseits und Instinkt andererseits, ebenso die übrigens selbstverständliche Schwierigkeit der Unterscheidung zwischen Verstand und Vernunft. Die Ameisen, welche unter Aufopferung ihres eigenen Lebens eine Brücke über den Bach zu Gunsten der Gesammtheit bauten, hatten gewiss vernünftige Anlage; dem besonderen Fall der Aufopferung aber muss wohl, weil er ein Ausnahmefall sein wird, augenblickliche, willkürliche, vernünftige Thätigkeit

zu Grunde liegen. Allgemeiner Vernunftinstinkt findet sonach hier eine besondere, auf augenblicklicher Ueberlegung und Schlussfolgerung beruhende Anwendung.

Ob die Ameisen, wenn sie heute ihre Puppen je nach den Temperaturverhältnissen in das Innere oder nach der Oberfläche ihrer Bauten bringen, instinktiv oder überlegt handeln, und ob sie, wie die Bienen, zahlreiche andere ihrer Thätigkeiten mehr so oder so üben, lässt sich der Natur der Sache nach für uns nicht entscheiden, aber zahllose Thatsachen beweisen, dass dabei, wie in dem soeben erwähnten Fall, Instinkt und Ueberlegung sich ergänzen und mit einander abwechseln, oder aber, dass die Ueberlegung herrschend oder alleinthätig ist.

Ein Freund von mir, Theologe, welcher die geistigen Eigenschaften seines Hundes, eines rasselosen Thieres von Schakalgrösse und schakalähnlicher Gestalt, aufmerksam verfolgt, erzählt mir von demselben Folgendes: der Hund, höchst lebhaft, angriffslustig und muthig, wurde seit Wochen von dem etwa gleichgrossen Hunde eines Metzgers verfolgt. Der Grund war augenscheinlich Neid deshalb, weil „Ami“ bei den täglichen Einkäufen in der Metzgerei gewöhnlich einen Wurstzipfel bekam. Der Hund des Metzgers verfolgte ihn nach jedem solchen Besuch bellend und keifend auf der Strasse und zwar so, dass er immer dicht neben ihm herlief. „Ami“ war seinem Gegner, wie der Ausgang verschiedener Kämpfe zeigte, durchaus gewachsen, aber das Streiten ward ihm offenbar zuletzt zuwider, auch sah er es von seinem Herrn missbilligt: er liess sich nicht weiter reizen und gab zunächst den Besuch des Metzgerladens auf. Die Verfolgung wurde aber auch fortgesetzt, wenn der friedliche „Ami“ in Begleitung seines Herrn bei dessen gewöhnlichem Gang am Metzgerladen vorbeikam. Bevor man in der betreffenden Strasse zu diesem Laden kommt, zweigen zwei Seitenstrassen von ihr ab, welche sich jenseits desselben wieder mit ihr vereinigen. Eines Tages nun verlässt „Ami“ an jener Verzweigungsstelle der Strassen seinen Herrn, indem er

durch eine der Seitengassen läuft, und erwartet ihn da, wo sie wieder zusammentreffen. In der Folge macht er regelmässig denselben Umweg, indem er bald die eine, bald die andere Seitenstrasse wählt. Er vermeidet es, dem Raufbold zu begegnen, seinem eigenen Charakter nach nicht aus Furcht, welche er gegenüber seinem Feinde auch niemals gezeigt hat, sondern weil er Streit vermeiden will.

Dr. Fickert sagt mir, dass er zwei ganz ähnliche Fälle bei einem anderen Hunde beobachtet habe.

Von Menschen, welche so handelten, wie „Ami" gethan hat — aber das wird bei ihnen eine Ausnahme sein! — würde man sagen, sie handeln vernünftig. Es scheint in der That, dass vom Hunde der allgemeine Schluss gezogen worden ist, ewiges Streiten sei unnöthig, und es sei besser, ihm auszuweichen; allein es lässt sich natürlich nicht entscheiden, ob dem wirklich so ist, und ob seinem Thun nicht etwa nur ein Schliessen zu Grunde liegt, dahin, der Gegner könnte „Ami" doch noch gehörig zerzausen. Gleichviel aber, ob man das Verhalten des Hundes vernünftig oder verständig nennen will, instinktiv kann es nicht genannt werden.

Dr. Fickert berichtet mir weiter von einem Hunde, welchen er besass, Folgendes: nachdem derselbe die Erfahrung gemacht hatte, dass er, wenn er durch den starkfliessenden Neckar quer hinüberschwimmen wollte, mit dem Wasser thalabwärts getrieben wurde und dass er somit eine bestimmte, zum Anslandsteigen geschickte Stelle des jenseitigen Ufers nicht erreichen konnte, ging er eine Strecke am Ufer des Flusses hinauf, sprang dort ins Wasser und gelangte so, quer über den Fluss schwimmend, durch den Strom des Wassers vorwärts getrieben, in schräger Richtung zu jener Landungsstelle. Das war Verstandesüberlegung, kein Instinkt.

Ein höchst merkwürdiges Beispiel von Verstand hat Prof. Leuckart bei Ameisen beobachtet. Die Thiere stiegen an einem Baumstamm hinauf, um zu Blattläusen zu gelangen. Leuckart machte in halber Höhe um den Baumstamm herum einen Theer-

ring, um zu sehen, wie sich die Thierchen danach verhalten würden. Sie konnten über den klebrigen Ring nicht mehr herüber und hinüber. Unruhig liefen sie eine Zeitlang auf und ab, zuletzt aber gingen die unterhalb des Ringes befindlichen Ameisen auf den Boden. Nach einiger Zeit kamen sie zurück, jede mit einem Körnchen Erde zwischen den Kiefern: eine um die andere klebte die Erde auf den Theerring fest, so wurde allmählich über diesen eine Brücke gebildet, auf welcher die Thierchen denselben überschritten. Dass sie auf dieses so merkwürdige Auskunftsmittel kamen, war nicht Instinkt, sondern Verstand; wenn sie aber die Absicht hatten, die jenseits des Ringes befindlichen Ameisen zu retten, so handelten sie vernünftig. Uebrigens ist bekannt, dass sich die Ameisen in solchen Fällen selbst zu helfen wissen, indem sie sich von den Aesten auf den Boden herabfallen lassen.

Pater Gredler in Bozen erzählt nach einer Beobachtung in seinem Kloster folgendes[1]:

„Ein Kollege und Mitbruder legte bereits seit Monaten einem Ameisenzuge (Formica aliena Foerst.), welcher vom Garten an sein Zimmerfenster herauf regelmässig Processionen unterhielt, auf dem Gesimse Nahrung vor. Da ich ihm von den angestellten Versuchen eines alten Gleditsch und neuerer Ameisen-Mayre erzählte, kam er auf den neckischen Einfall, ein ausgedientes Tintenfass an einem Faden und diesen am Querbalken des Zimmerfensters zu befestigen. In dies Gefäss wurde nun der Ameisenköder, zerstossener Zucker, gegeben und, damit die bisher gehegten Pfleglinge auch vom höher gehängten Brodkorbe Kunde nehmen, eine Anzahl Individuen desselben Zuges hineingegeben. Die geschäftigen Geschöpfe fassten nunmehr ihr Zuckerkrümchen an, fanden alsbald den einzigen Verbindungsweg, den Faden hinan, über den Querbalken und den Fensterrahmen herab und standen jetzt bei den Ihrigen wieder auf dem Gesimse, um von hier die gewohnte Passage über das hohe

---

1) Zoologischer Garten, Bd. XV. S. 434.

Gemäuer hinab bis zur Gartenkolonie fortzusetzen. — Nicht lange, so war der Gegenzug auf der neuen Strecke vom Fenstergesimse bis zur Zuckerniederlage organisirt und so gings ein paar Tage fort, ohne etwas Neues zu bieten. Doch eines Morgens hielt der Zug an der alten Stätte an und holte wieder näher — nämlich vom Fensterbalken weg — seine Kolonialwaaren. Kein Stück passirte mehr die Strecke von hier zum Zuckergefässe. Dies war doch nicht leer geworden? Nichts von dem; aber ein Dutzend Kerle arbeiteten rüstig und unverdrossen im Gefässe droben, trugen die Krümchen nunmehr blos bis an den Rand desselben und warfen sie ihren Kameraden hinab auf den Balken."

P. Huber[1]) machte folgende Beobachtung: er sah zu, wie eine Ameise einen Gang aus Erde baute; zuerst hatte sie auf der einen Seite eine senkrechte Mauer errichtet, dann errichtete sie die zweite senkrechte Mauer gegenüber der ersten — mit ihr gleichlaufend — um über beide ein Dach zu legen und so den Gang herzustellen. Sie hatte angefangen, vom oberen Rande der zweiten Mauer aus das Dach wagrecht fortzusetzen, es sollte augenscheinlich auf der anderen Seite auf die erste Mauer zu liegen kommen, aber diese Mauer war zu hoch hiezu angelegt. Da kam eine zweite Ameise, betrachtete sich den verfehlten Bau, untersuchte ihn, jagte den schlechten Maurer weg, riss die Mauer nieder und baute von Neuem auf.

Weiter erzählt P. Huber von den Hummeln[2]), welche wagrecht übereinander gelagerte Waben bauen: ein sehr unregelmässiges Stück Wabe schwankte, auf einen sehr glatten Tisch gebracht, fortwährend so heftig, dass die Hummeln daran nicht arbeiten konnten. Um nun das Schwanken zu vermeiden, hielten zwei oder drei von ihnen die Wabe fest, indem sie ihre Vorderfüsse auf den Tisch und die

1) P. Huber, Recherches. p. 47.

2) P. Huber, Fils. Observations sur plusieurs genres de bourdons, bombinatrices de Linné. Transact. Linn. soc. vol. VI. p. 214 bis 299. London 1801.

Hinterfüsse auf die Wabe stemmten. Indem sie einander ablösten, setzten sie dies drei Tage fort, bis die nöthigen Stützpfeiler von Wachs fertig waren. Darwin bemerkt nach Romanes[1]) mit Recht in seinen nachgelassenen Handschriften, ein solcher Zufall könne doch kaum jemals in der Natur vorgekommen sein. Es mussten die Thiere selbstverständlich rein nach augenblicklicher Ueberlegung handeln, sie handelten, wie auch die Ameisen bei den zwei zuletzt genannten Fällen nicht instinktiv, sondern verständig.

Reiner Instinkt scheint beim Bauen der Waben von Seiten der Bienen thätig zu sein. Allein Versuche Huber's zeigen, dass die Thiere je nach den äusseren Umständen den Wabenbau abändern, und zwar handelt es sich dabei ebenfalls um Versuche, welche in der freien Natur kein Gegenstück bieten, so dass die Bienen sich wiederum auf Grund verständiger Ueberlegung eingerichtet haben. Es ist klar, dass das Bauen der Waben eine sehr bedeutende instinktive Fertigkeit erfordert, dass es mit zu den sogenannten „Kunsttrieben" im Wesentlichen gerechnet werden muss, allein vollkommen scheint die Ueberlegung dabei doch nicht verloren gegangen, der Instinkt scheint kein durchaus reiner zu sein. Dass die Zellen gar, wie neuerdings Herr Müllenhoff[2]) hat beweisen wollen, rein mechanisch durch den Gegendruck der Körper der arbeitenden Bienen entständen, indem sie durch ihn nothwendig sechsseitig werden müssten, diese Ansicht ist gewiss unbegründet. Wer nur einmal den Rand einer angefangenen Wabe betrachtet, wird das erkennen. Gegen diesen Rand hin werden die Zellen immer niedriger. An den äussersten, zuletzt angefangenen Zellen fehlt theilweise noch die äussere Wand. Der Boden der Zellen ist hier so dünn, wie anderswo. Die Bienen setzen offenbar diese Wand auf und erzeugen sie nicht durch Druck. Ebenso kann die Bildung der Halbzellen, welche die Bienen herstellen, wenn sie eine Wabe

1) Romanes a. a. O. S. 225.

2) Pflügers Archiv für die gesammte Physiologie. Bd. XXXII, S. 589—618.

überhaupt beginnen, derjenigen Zellen also, welche die Wabe an ihrer Aufhängestelle befestigen, nach dieser Auffassung keine Erklärung finden. Denn es stellen diese Halbzellen der Länge nach halbirte Zellen dar, welche mit ganzen Zellen abwechseln. So nur kann selbstverständlich die Grundlage zum Weiterbauen nach dem regelmässigen Schema in sechsseitigen Zellen geschaffen werden. Beruht nun dieses Bilden der Wabenanfänge, welche andere Zellen haben als die Wabe sie im Uebrigen hat, auf Instinkt? Man hat in solchen Fällen von Abänderungen des Instinkts, von verschiedenen Richtungen desselben gesprochen und E. v. Hartmann hat diese Erklärung gerade für den vorliegenden Fall angekommen [1]). In der That ist es selbstverständlich, dass in dieser Weise verschieden gerichtete Instinkte auf Grund bestimmter und beständiger äusserer Anforderungen entstehen können. Allein wie ist die Thatsache durch solche bestimmt gerichteten Instinkte zu erklären, dass die Bienen, wenn sie in der Arbeiterinnenwabe statt der engeren Arbeiterinnenzellen die viel weiteren Drohnenzellen bauen wollen, von den Arbeiterinnenzellen ausgehend Zellenreihe um Zellenreihe immer etwas weiter machen, bis sie endlich die Grösse der Drohnenzellen erreicht haben? Die Kunst der Ausführung beruht allerdings auch in diesem Falle auf Instinkt, aber die so allmähliche, je nach den äusseren Verhältnissen einzurichtende Umänderung scheint mir doch bestimmt Ueberlegung mit einzuschliessen, wie so viele Thatsachen des geistigen Bienenlebens, welche man sonst leichthin als Instinkt bezeichnet.

Dass die Bienen in der That beim Bauen ihrer Waben sogar hochgradig Ueberlegung üben, das beweisen u. A. auf das vollkommenste die folgenden Beobachtungen und Versuche F. Huber's: einmal hatten die Bienen zwei Wabenanfänge an einer Holzleiste

1) Eduard v. Hartmann, das Unbewusste vom Standpunkt der Physiologie und Descendenztheorie. 2. Aufl. Berlin 1877. S. 189. Hartmann nennt solche Instinkte polymorphe, im Uebrigen erkennt auch er die Bedeutung der Ueberlegung bei scheinbar instinktivem Arbeiten an a. a. O. S. 200.



gemacht, den einen rechts, den anderen links, so zwar, dass dieser eine vordere, jener eine hintere Wabe abgeben sollte, beide, wenn sie vollendet worden wären, getrennt durch den Abstand, welchen zwei Waben im Bienenstock stets haben. Bald merkten die Bienen aber, dass dieser Abstand zu klein angelegt war. Was thaten sie, um die gehabte Arbeit nicht verlieren zu müssen? Sie vereinigten die zwei Wabenanfänge zu einem! Die nothwendig entstandene Krümmung aber wurde in der Weiterausführung der Wabe vollkommen ausgeglichen, so dass diese nach unten bald so regelmässig wurde wie je eine regelmässig angefangene.[1])

In einem anderen Falle hatten die Bienen eine Wabe am Unterrand einer Glasplatte begonnen. Als der Bau fortschritt, ergab sich, dass die Wabe für die schmale Anheftungsfläche zu schwer werden würde. Die Bienen bauten nun die Wabe zuerst regelmässig an beiden Seiten des Glases nach aufwärts, sie daran mit der Fläche anklebend; weiter hinauf aber begnügten sie sich damit, blos eine Wachsschicht auf beiden Seiten der Glasplatte aufzutragen, bis sie an das Holz, in welchem die Glasplatte befestigt war, kamen und dort für ihr Werk sicheren Halt gewannen.[2])

Wohl beruht die Kunst der Radnetzspinnen, ihr Netz zu bauen, auf Instinkt, aber doch nur in der Hauptsache: Ueberlegung ist auch hierbei vielfach thätig. Schon zur Auswahl des Ortes, an welchem das Netz aufgehängt werden soll, braucht die Spinne eine sehr vielseitige Ueberlegung: Luftzug, Sonne, Reichthum an Insekten und vor Allem die Gewissheit, dass das Netz an der Stelle, an welcher es aufgehängt werden soll, sicher vor Störung sei, erfordern eine Menge von verständigen Schlüssen — wie viele allein eben die Sicherheitsfrage! Und wie richtig urtheilen die Spinnen zumeist gerade in dieser Beziehung! — Ist nun aber der Ort für

---

1) F. Huber (der Aeltere). Nouvelles observ. sur les abeilles Bd. II. S. 240 ff. Abbildung Fig. 3 Taf. IX.

2) Ebenda Fig. 1.

das Netz ausgewählt, so müssen zuerst die Punkte bestimmt werden, an welchen der Rahmen des Netzes befestigt werden soll, an welchem dann die Speichen befestigt werden u. s. w. In jedem einzelnen Falle müssen nun aber wieder die Fäden, welche die Speichen am Rahmen befestigen, den Verhältnissen, d. i. diesem Rahmen angepasst sein und endlich ist es bekannt, dass die Spinnen nicht nur bei dieser gewöhnlichen Arbeit, sondern vor allem auch beim Ausbessern der Netze, indem sie dabei geradezu nach den höchsten Forderungen der mechanischen Zweckmässigkeit in jedem Einzelfall verfahren, unzweifelhaft Beweise hoher Ueberlegung geben.

Diejenigen freilich, welche den Thieren weder Verstand noch Vernunft, sondern nur Instinkt zuschreiben zu dürfen glauben, werden das, was ich als Beweise von Ueberlegung bezeichne, wohl „Variation des Instinkts“ nennen oder unter den Begriff der bestimmt gerichteten Instinkte bringen wollen.

Allein nur durch Erklärung des Instinktes als vererbter Erfahrung, bezw. als automatisch gewordener Verstandes- und Vernunftthätigkeit werden uns diese Thatsachen verständlich. Ich erkenne voll an, dass beim Bauen eines Netzes oder einer Wabe verschiedene Richtungen des Instinkts sich ausgebildet haben können, aber andere Handlungen der Thiere sind noch nicht rein instinktiv geworden und noch andere werden vollkommen frei und willkürlich geübt. Wie nahe aber bei ihnen vielfach schon die willkürliche Thätigkeit der instinktiven steht, das zeigen die von mir beim Hühnchen beschriebenen Thatsachen, nach welchen die Thiere durch Vererbung fähig geworden sind, sich Erfahrungen auf eine überraschende Weise sofort zu Nutze zu machen. Ein Thier, wie jenes Hühnchen ist in hohem Masse gescheit. Ich kann dem früher über dasselbe Mitgetheilten heute noch beifügen, dass es, seitdem ich es *ein einziges Mal* fern von dem Tische, an welchem es gewöhnlich gefüttert wurde, vor der Thüre meines Arbeitszimmers gefüttert hatte, zu der eine ziemlich lange Brücke aus dem Garten führt, *regelmässig auf diese Brücke kommt*, um hier Nahrung in Empfang

zu nehmen. Auf solch' rascher Verwerthung von Erfahrungen seitens der Thiere wird sicher vieles von dem beruhen, was uns den Eindruck von reinem Instinkt macht.

Die Geistesthätigkeiten zahlreicher Thiere sind ihrem Umfang nach allerdings offenbar sehr begrenzt, aber wir müssen uns immer daran erinnern, dass wir überhaupt viel zu wenig von diesem Geistesleben im Einzelnen kennen und dass wir der Sachlage nach nur fähig sind, dasselbe in sehr beschränktem Masse zu erkennen, dass demnach Geringschätzung dieses Lebens von unserer Seite von vornherein sehr wenig angebracht ist. Gemäss jenem geringen Umfang der Geistesthätigkeiten treten eben bestimmte Instinkte, deren Aeusserungen wesentliche Aufgaben des Thieres erfüllen, auf und springen uns in die Augen, während das Uebrige, was die betreffenden Thiere an geistiger Thätigkeit leisten, für uns zurücktritt. Wenn man aber die von mir gegebene Erklärung des Instinkts als richtig anerkennt, so wird man auch im Wesentlichen instinktiv handelnde Thiere als „gescheit" bezeichnen müssen.

Je mannigfaltiger die äusseren Anforderungen an irgend einen Organismus sein werden, je mehr sie insbesondere dem Wechsel unterworfen sind, um so weniger werden sich feste Instinkte bilden können, um so mehr wird das Gehirn ausgebildet und fähig sein müssen zu sofortiger und freier Verwerthung äusserer Anforderungen. Demgemäss ist beim Menschen Instinkt sehr gering, die Willensthätigkeit sehr hoch entwickelt, dies aber auch im Zusammenhang damit, dass sein Körper den äusseren Anforderungen in Vielem wenig mehr angepasst ist. Unsere Sinne z. B. können so, wie sie beschaffen sind, eben nur genügen, weil ihre geringe Schärfe ausgeglichen wird durch die höhere Entwicklung des Gehirns, nur durch diese brachte es der Mensch u. a. dahin, unter klimatischen Verhältnissen zu leben, welche, wie schon die unserer gemässigten Zone, seinem ursprünglichen Bedürfniss ohne besondere Hülfsmittel nicht genügen würden.

Im Zusammenhang mit dieser hohen geistigen Entwicklung des Menschen steht nun auch seine langsame geistige und körperliche Ausbildung. Weil der Mensch in Folge der grossen Mannigfaltigkeit und des grossen Wechsels der Beziehungen, unter welchen er lebt, Erfahrungen nicht ererben kann, so muss er dieselben während seines Lebens erwerben und kommt so verhältnissmässig spät zur Selbständigkeit. Am nächsten sind hierin dem Menschen die anthropomorphen Affen und unter den Menschenrassen selbst steht offenbar die raschere Entwicklung ungefähr im umgekehrten Verhältniss zur Kulturstufe und deutlich sind beide vom Klima beeinflusst.

Die vorstehenden Anschauungen erklären nun auch, wie gewisse einseitige Veranlagungen, so musikalisches Talent, Rechentalent u. a. so früh auftreten können (Wunderkinder) und dass sie sich so häufig vererben. Es stehen derartige Fähigkeiten am nächsten den thierischen Instinkten, es handelt sich in ihnen um vererbte Uebung, wenn auch bisweilen durch günstige geschlechtliche Mischung, durch Kreuzung, solche Talente entstehen können. Gerade wie Thiere brauchen Menschen mit solchen einseitigen Veranlagungen nicht entfernt allgemein geistreich zu sein, im Gegentheil werden andere geistige Fähigkeiten häufig letzteren gegenüber zurücktreten, schon deshalb, weil nur jene im Kampf ums Dasein Verwerthung, bezw. Verwendung finden können. So sind es vielfach nicht gerade auf der Höhe der Kultur stehende Völker, bei welchen z. B. musikalisches Talent ganz allgemein geworden ist. Ich nenne nur Zigeuner, Magyaren und Tschechen. Die letztere „Kulturnation" hat abgesehen von den Leistungen ihrer wandernden Musikkapellen der Menschheit noch einen grossen Dienst geleistet, sie hat ihr die Erfindung des Polka genannten Tanzes gebracht [1]). Denn die Tschechen sind auch geborene Tänzer. Das Instinktähnliche der Ererbung

1) und zwar durch ein Bauernmädchen, welches den Takt zu seinem eignen Vergnügen tanzte. Vgl. R. Andree, Tschechische Gänge, 1872, S. 272, erzählt nach A. Waldau.

derartiger Talente, gerade des musikalischen Talents solcher Völker zeigt sich besonders noch darin, dass es sich dabei nicht um eine höhere Musik, nicht um Fähigkeit zu höherer Komposition, sondern nur um die Vererbung der Fähigkeit zum gewöhnlichen Musiziren handelt.

Reflexthätigkeit und Instinkt.

Es ist herkömmlich den Begriff Instinkt an Nerventhätigkeit zu binden und auch ich habe dies gethan, allerdings in bisher nicht gebräuchlicher Bedeutung, indem ich ausdrücklich gewohnheitsmässig vererbte vernünftige Thätigkeit in denselben einschloss. Man beschränkt indessen die Anordnung des Begriffes Instinkt auch innerhalb des Bereichs der Thätigkeit des Nervensystem, indem man Reflexthätigkeit davon ausschliesst. Man nennt Instinkte nur Thätigkeiten oder Neigung, bezw. Fähigkeit zu Thätigkeiten, welche so geschehen als ob sie überlegt wären, ohne dass sie es sind.

Es giebt nun aber offenbar zweierlei Arten von Reflexthätigkeit: eine rein unwillkürliche, bei deren Entstehung bewusste Erfahrung, ein Gehirn, in ihrer ersten phyletischen Entstehung keinerlei Einfluss gehabt hat. Hierher gehört z. B. die peristaltische Bewegung des Darms auf den Reiz der in denselben aufgenommenen Nährstoffe. Ferner die rhythmische Bewegung des Herzens. Dahin gehören zahlreiche auf Reize unmittelbar ausgeführte Bewegungen der Theile niederer Organismen oder ganzer solcher Organismen. Bei einer anderen Gruppe von Reflexthätigkeiten, den ursprünglich willkürlichen, ist aber offenbar früher einmal das Gehirn, ist Erfahrung massgebend gewesen; sie ist eigentlich eine automatische, aber ihrer ganzen Erscheinung nach heute derart fern von aller Beziehung zur Gehirnthätigkeit, dass solche Beziehungen erst durch besondere Ueberlegung erschlossen werden muss. Hierher gehört ein Theil der Reflexe, welche unwillkürlich geschehen, welche aber auch jetzt noch vom Willen in die Hand genommen werden können, z. B. Aus-

lösung zweckmässiger, coordinirter Bewegungen bestimmter Muskelgruppen auf Reizung der zugehörigen Nerven: der in diesem Falle wirkende Mechanismus kann nur geworden sein auf Grund von ursprünglich durch das Gehirn beeinflusster Uebung, also auf Grund von Erfahrung.

Man wird dabei sofort auch an den berühmten Essigsäureversuch an Fröschen denken, welcher gewöhnlich zum Beweis höchster Leistung der Reflexthätigkeit aufgeführt wird: wenn man auf die Haut der einen Seite eines geköpften Frosches Essigsäure bringt, so macht der Frosch mit der nächstgelegenen Gliedmasse der einen Seite zweckmässige Bewegung, um die Säure wegzuwischen. Schneidet man diese Gliedmasse ab, so versucht der Frosch das Wegwischen mit der Gliedmasse der anderen Seite. Ich kann dies nicht für Reflexthätigkeit halten: es ist offenbar willkürliche Thätigkeit, angeregt von der Willensthätigkeit vorstehenden Nervenzellen des Rückenmarkes [1]). Bei Ringelwürmern und bei Arthropoden ist Willensthätigkeit noch viel deutlicher in den hinteren Theilen des dem Rückenmark der Wirbelthiere entsprechenden Bauchmarks enthalten und andere niedere Wirbelthiere, wie z. B. Schildkröten, zeigen in geköpftem Zustande ebenso Aeusserungen von Willensthätigkeit.

Durch ursprünglich dem Gehirn unterworfen gewesene Reflexthätigkeit ist dagegen die auf Reizung der Armnerven erfolgende Zusammenziehung der Finger zu setzen, welche sonst dem Willen unterworfen ist. Vielleicht gehört zu diesen im Grunde automatischen Reflexen auch das unwillkürlich erfolgende Zwinkern der Augenlider, nicht aber die Athembewegung, obschon dieselbe vom Willen bis zu einem gewissen Grade beeinflusst werden kann. Eine Reflexhandlung auch dieser zweiten Gruppe braucht an sich nicht zweckmässig zu sein, ja sie kann sehr unzweckmässig sein, jedenfalls aber könnte sie nur zufällig verständige oder vernünftige Beweggründe einschliessen.

---

1) Vergleiche auch Goltz: Beiträge zur Lehre von den Funktionen der Nervencentra. Berlin, 1869.

Die Handlungen aber, welche ich automatische nenne, sind stets zweckmässige, verständige oder vernünftige.

Ich erinnere mich noch lebhaft an die Umstände, unter welchen mich im Kriege 1870/71 die erste Granate bedrohte. Wir lagen zu Anfang des Feldzugs vor Strassburg in einem der kleinen Forts am rechten Rheinufer bei Kehl und ich war mit meinen Kameraden in einem geräumigen Zimmer dieses Festungswerks vor einem Tische stehend gerade dabei beschäftigt, den Vormarsch unserer Truppen auf Paris nach den neuesten Nachrichten auf einer Landkarte zu verfolgen, als eine Granate durch das vergitterte Fenster flog und über unseren Köpfen platzte. Ich weiss genau, dass ich unmittelbar auf den Schlag hin in der von Pulverdampf und vom Kalkstaub der zerstörten Decke und Wände erfüllten Stube lebhafte Bewegungen mit Armen und Rumpf ausführte, über die ich mich nachher selbst lustig gemacht habe, denn sie waren so unzweckmässig wie möglich — statt meinen Körper auf kleineren Raum zusammenzubringen, vergrösserte ich vielmehr durch diese Reflexbewegungen seine Oberfläche. Sehr rasch lernte ich aber in der Zukunft, mich bei ähnlichen Anlässen zweckmässig zu verhalten: wenn später eine Bombe oder eine Granate von der Strassburger Citadelle aus in nächster Nähe von uns einschlug, während wir links des Rheines auf der Sporeninsel vor der Festung lagen, so fuchtelte ich nicht mehr mit den Armen, sondern ich kauerte mich ohne weitere Ueberlegung auf den kleinsten Raum zusammen — gewohnheitsmässig, automatisch. Hätte ich solch' zweckmässiges Verhalten schon bei der erster Granate geübt, als von den Vorfahren her vererbte Gewohnheitsthätigkeit, so würde ich aus Instinkt gehandelt haben. Als mir später, es war im Gefecht bei Chateauneuf, eine Chassepotkugel so dicht am Ohr vorbeiflog, dass der Luftdruck eine Wirkung hervorbrachte, als ob sie sässe, da schlug ich mit der Hand förmlich an mein Ohr, offenbar auf Grund der ererbten Gewohnheit, irgend plötzlich angegriffene Stellen des Körpers anzufassen, um sie zu schützen — also instinktiv.

Uebrigens ist bekannt, dass man sich im Kriege bald derart an die Geschosse gewöhnt, dass man sich ihnen mehr und mehr gleichgültig und fast leichtsinnig aussetzt, während die automatischen Sicherungsbewegungen immer seltener werden und erst bei gefährlichsten Zufällen in Anwendung kommen. Als das erste schwere Geschoss, eine Schrapnellgranate, von Strassburg her über dem Platz vor der Kirche in Dorf Kehl platzte und seine Kugeln umherwarf, war ich voll Bewunderung zu sehen, wie unser Oberst mit verschränkten Armen, ohne sich umzusehen, seinen Spaziergang auf dem Platze fortsetzte, während mir ein solches Verhalten nach einiger Uebung und Erfahrung später als ganz selbstverständlich erschien.

Unsere Soldaten hielten es nicht einmal mehr der Mühe werth, sich von ihrem Lager zu erheben, wenn Nachts eine Granate durch eine Schiessscharte in den engen Gang flog, in welchem sie schliefen, und mit fürchterlichem Krachen darin platzte, nachdem das Bombardiren auf unser vorhin schon erwähntes kleines Festungswerk mehrere Nächte hindurch fortgesetzt worden war. Als es aber nach der Uebergabe von Strassburg überhaupt aufhörte, schliefen wir wegen der ungewohnten Stille zuerst schlecht, wie ein Müller, dessen Mühle stehen geblieben ist.

Die gegebenen Beispiele lehren also auf das deutlichste, dass allerdings Reflex- und vererbte Willensthätigkeit nicht scharf zu trennen sind, wie leicht die letztere von uns im Leben erworben wird, und weiter, dass ihr wiederum der Instinkt sich unmittelbar anschliesst, so wie das meine Auffassung verlangt.

Weil aber, wie noch näher gezeigt werden wird, eine Grenze, von wo an ein Gehirn in der Thierreihe nachzuweisen ist, nicht aufgestellt werden kann, indem Willensthätigkeit entschieden auch noch da stattfindet, wo noch kein abgegrenztes Gehirn vorhanden ist, weil überhaupt bei niederen Thieren sehr schwer unwillkürliche Thätigkeit von willkürlicher getrennt werden kann und Nerventhätigkeit von gewöhnlichen physikalisch-chemischen Reaktionsäusserungen, so ist schwer zu sagen, ob die und jene Handlungen niederer Thiere auf

letztere, auf Reflex, auf Gewohnheitsthätigkeit oder auf Instinkt zu beziehen sind.

Es ist also nach Vorstehendem automatische Thätigkeit, mit einem Wort bezeichnet, Willensgewohnheitsthätigkeit, Instinkt aber vererbte Willensgewohnheitsthätigkeit, bezw. Fähigkeit zu solcher Thätigkeit.

Es lässt sich nach dem Vorstehenden der Instinkt auch von einem Theil der Reflexthätigkeit, von der ursprünglich willkürlichen Reflexthätigkeit nach der Entstehungsweise beider nicht trennen und die ursprünglich willkürliche Reflexthätigkeit ist wieder nicht bestimmt von der reinen abzugrenzen. Somit liegt es nahe, auch die Reflexthätigkeit als Instinkt zu bezeichnen und von einem reflektorischen, einem Verstandes- und einem Vernunftinstinkt zu reden. Zu dieser Auffassung ist in der That E. v. Hartmann in der von ihm zuerst anonym herausgegebenen Kritik seiner Philosophie des Unbewussten[1]) gelangt. In dem Abschnitt: „Die Instinkte der untergeordneten Centralorgane des Nervensystems" sagt er: „Wenn ein ausgeschnittenes und ausgespritztes Froschherz noch Stunden lang weiter schlägt, so ist die Ursache nirgend anders zu suchen, als in den Prädispositionen der Herzganglien zu einer rhythmischen Funktionsweise, welche die Muskelfasern des Herzens zu Contractionen von demselben Rhythmus anregt. Eine solche Ganglienprädisposition, deren typische Bethätigung so sehr den Charakter der Spontaneität trägt, als die instinktive Willensäusserung eines Thieres es nur immer vermag, muss ebenso unzweifelhaft Instinkt genannt werden, als ihre Funktionen Wille, da die unbewusste Zweckmässigkeit ihrer Leistungen nicht in Frage zu ziehen ist. . . . . . . Dasselbe wie von der Herzbewegung gilt natürlich von den Bewegungen des Magens und Darms und von dem Tonus

1) Das Unbewusste vom Standpunkt der Physiologie und Descendenzlehre, Berlin, C. Duncker's Verlag (C. Heymons), 2. Auflage, 1872, S. 206 u. ff.

der Eingeweide, Gefässe und Sehnen in Bezug auf das sympathische Nervensystem, sowie von den Athembewegungen in Bezug auf das verlängerte Mark; ebenso gilt es in Bezug auf das kleine Gehirn von jenen spontanen Bewegungen und Handlungen, welche Vögel und Säugethiere mit exstirpirtem Grosshirn vornehmen. . . . . Hiermit sind wir schon in das Kapitel von den Reflexbewegungen hinübergerathen, und in der That lässt sich Instinkt und Reflexfunktion gar nicht trennen, denn auch beim Instinkt muss irgend ein äusseres Motiv zum Handeln immer vorhanden sein, und die Handlung erfolgt auf dieses Motiv mit Nothwendigkeit, also reflectorisch." Und weiter: „Wie wir von allen körperlichen Fertigkeiten gesehen haben, dass sie erworben, vererbt und als vererbte durch Uebung gesteigert werden, so werden wir es auch von allen jenen Fertigkeiten annehmen müssen, welche, gleichviel ob sie im Grosshirn oder in niederen Nervencentren ihren Sitz haben, in hervorragendem Grade einen reflectorischen Character an sich tragen und deshalb im engeren Sinne als Reflexbewegungen bezeichnet werden".

In der That erscheint es als eine unabweisliche und selbstverständliche Folgerung auch meiner Auffassung, dass alle Reflexthätigkeit eine durch Uebung erworbene Eigenschaft, dass sie vererbte Fertigkeit — Uebungsthätigkeit — ist. Allein wenn man dieselbe in den Begriff Instinkt einbezieht, so muss man folgerichtig dazu kommen, und E. v. Hartmann kommt dazu, von einem Instinkt der niederen Nervencentren, z. B. der sympathischen Ganglienzellen, zu sprechen, welche der Herz- und der Darmbewegung vorstehen. v. Hartmann erklärt sonach „die Zweckmässigkeit der reflectorischen Instinkte der niederen Nervencentren" theilweise als „Ausfluss oder als ein caput mortuum früherer bewusster Zweckthätigkeit des Grosshirns" — als ob alle zweckmässige Thätigkeit ursprünglich von letzterem beeinflusst sein müsste. Ja noch weiter: er kommt sogar dazu, die „Wesensgleichheit und die Flüssigkeit des Ueberganges zwischen Instinkt und Naturheilkraft"

zu behaupten und sich dahin auszusprechen, dass es unmöglich sei, für beide ein verschiedenes Erklärungsprincip festzustellen. „Als eine durch Vererbung befestigte molekulare Ganglionprädisposition ist demnach auch die Art und Weise zu bezeichnen, wie in dem Ganglion des sich regenerirenden Wurmringes der Typus des ganzen Wurmes enthalten ist". Ferner: „Es kann mithin keinem Bedenken unterliegen, für die Regulirung der Ausbildung der Eier und Spermatozoiden — der grössten und feinsten Kunstwerke im ganzen Gebiete der Organisation — in den Ganglien, welche den vegetativen Geschlechtsfunktionen vorstehen, Prädispositionen in demselben Sinne zu supponiren, wie die für Regeneration verloren gegangener Körpertheile oder für den Zellenbau der Bienen oder das Netz der Spinne oder die Schale des Nautilus."

Damit kommt v. Hartmann offenbar theilweise auf die Mystik der „Philosophie des Unbewussten" zurück, welche er in seiner Selbstkritik zurückweisen will. Auf der andern Seite kommt er zu Folgerungen, nach welchen alle Entwicklung, alles Wachsen als Instinkt bezeichnet werden müsste.

Gerade dieses Beispiel beweist, dass wir den Begriff Instinkt beschränken müssen, und ich glaube, dass dies am besten in der von mir behandelten Art geschieht, dadurch, dass wir ihn nur auf diejenigen vererbten Gewohnheiten anwenden, welche so zweckmässig sind, dass sie als verständig oder vernünftig erscheinen.

Es beruht offenbar auf einer vollkommenen Verkennung der Funktionen des Nervensystems, wenn v. Hartmann z. B. Ganglien des sympathischen Nervensystems Willen zuschreibt. Solche Ganglien sind ja nichts anderes als Sammelherde für die Nervenbahnen und zugleich Apparate zur Verstärkung der Reize (Accumulatoren) [1]). Dass auch ihre Thätigkeit auf vererbten erworbenen Eigenschaften beruht, ist nach Vorstehendem selbstverständlich, aber niemals ist sie vom Willen auch nur beeinflusst worden, geschweige denn,

---

1) Vergl. den nächsten Abschnitt.

dass sie im Stande wäre, eine selbstthätige Willensäusserung abzugeben.

Gemäss seiner geschilderten Auffassung bezeichnet v. Hartmann den Instinkt als „zweckmässiges Handeln ohne Bewusstsein des Zweckes."

Trieb und Instinkt.

Wenn man bei höheren Thieren mit Recht von einem Instinkt der Nahrungssuche wird reden können, so ist es unmöglich, nach unten die Grenze festzustellen, wo überhaupt Nahrungsaufnahme von einer durch Nerventhätigkeit bestimmten Auswahl beeinflusst wird. Ebenso ist eine solche Grenze nicht festzustellen für den Beginn des Geschlechtsinstinkts; beruht ja nach meiner Ansicht der Anfang der Geschlechtsthätigkeit in letzter Linie in Ernährungsvorgängen.

Da alle Nerventhätigkeit durch Beziehungen der Organismen zur Aussenwelt sich allmählich entwickelt haben muss, so liegen die hier berührten Schwierigkeiten in der Natur der Sache und können demgemäss nur für die Richtigkeit der von mir vertretenen Auffassung sprechen. Es machen sich diese Schwierigkeiten aber immerhin in einem unbequemen Masse geltend bei dem Versuch der Unterscheidung zwischen Trieben und Instinkt. Dürfen wir wirklich den Geschlechtstrieb als Instinkt bezeichnen? Gewiss ebensogut wie den Wandertrieb, der auch bei solchen Zugvögeln im Frühjahr und Herbst eintritt, welche im Käfig erzogen und zeitlebens darin gehalten worden sind. Es beruht die Veranlassung zum Wandertrieb offenbar auf zu jener Zeit eintretenden vererbten Aenderungen des Blutkreislaufs, auf örtlichem Blutandrang, welcher wiederum das Nervensystem beeinflusst, während das Nervensystem seinerseits durch diesen veränderten Zustand des Körpers zur vererbten automatischen Verwerthung einer Reihe von mit dieser Veränderung in Zusammenhang stehenden Thatsachen veranlasst wird. Wesentlich dasselbe gilt für den Geschlechtstrieb.

Und doch ist Trieb nicht, wie man oft ohne Weiteres annahm, Instinkt. Trieb ist nur der Drang, einem unbefriedigenden Zustand des Körpers abzuhelfen, eine unangenehme Empfindung zu beseitigen. Der Instinkt findet die geeigneten Mittel zu dieser Beseitigung, also ist z. B. nicht der Geschlechtstrieb Instinkt, sondern der zweckmässige Versuch der Befriedigung desselben. Allein beide, der Trieb und der zweckmässige Versuch zur Befriedigung, lassen sich nicht trennen: so lässt sich, um das Beispiel vom Wandertrieb weiter zu benutzen, der denselben hervorrufende physiologische Zustand des Körpers und die Aeusserung des Triebes selbst nicht trennen. So sind auch Hunger und Durst insofern Instinkte, als sie von dem Instinkt der Nahrungssuche nicht abzugrenzen sind. Die Physiologie bezeichnet beide als Gemeingefühle: sie äussern sich als durch das Nervensystem vermittelte, auf innerem Reizzustand des Körpers beruhende Bedürfnisse, welche insofern ohne Weiteres als instinktive bezeichnet werden müssen, als sie so viel von ererbter Erfahrung einschliessen, dass sie ganz unmittelbar selbst die Mittel zu ihrer Befriedigung zu finden wissen.

Damit sind wir aber zur Schwierigkeit der Abgrenzung des Begriffes Instinkt nach unten von neuem zurückgekehrt. Das Bedürfniss der Ernährung, bezw. Assimilationsfähigkeit ist eine Grundeigenschaft des Plasma, auf ihr beruht bei mit Nerven versehenen Thieren das Gefühl des Bedürfnisses der Nahrungsaufnahme und durch vererbte Erfahrung die instinktive Uebung der Befriedigung desselben. Man hat so oft die Frage behandelt, ob ein neu geborenes Kind von selbst die Mutterbrust erfasse oder dazu angeleitet werden müsse. Es ist zweifellos das Erstere der Fall: das Kind empfindet Nahrungsbedürfniss, es giebt demselben von vornherein auf Grund erworbener und vererbter Eigenschaften durch Schreien Ausdruck, es macht auf Grund derselben Eigenschaften Saugbewegungen mit dem Munde, wie wir sie auch im erwachsenen Zustande ganz unbewusst machen, wenn wir begierig nach Speise und Trank uns dieselben vorstellen — Bewegungen,

welche bei vielen behaglichen Feinschmeckern eine ganz eigenthümliche Form des Mundes, weiche, hervorstehende Lippen, charakteristisch z. B. für so viele mit der Welt zufriedene geistliche Herren, gebildet haben. Diese Bewegungen sind die gleichen, welche die Zunge macht, um zu schmecken, sie bestehen im Wesentlichen in einem Andrücken derselben an den harten Gaumen. Das Kind tastet mit den Lippen an der warmen, weichen Brust der Mutter, und ohne weiteres fasst es die Brustzitze und saugt auf Grund erworbener und vererbter Eigenschaften. Jeder, der neugeborene säugende Thiere beobachtet hat, kennt diese Thatsachen und weiss, dass die Alten die Jungen nicht zum Saugen anzuleiten brauchen.

Wenn aber die Nothwendigkeit der Ernährung eine Grundeigenschaft des Plasma ist, so stellt sich die Frage, wo fängt die Nahrungsaufnahme an nicht mehr ein rein physikalisch-chemischer Akt zu sein, sondern auf Nerventhätigkeit zu beruhen? Wo beginnt das Gefühl des Hungers? Dieses Gefühl wird alsbald verbunden sein mit dem Trieb, dasselbe zu befriedigen, ohne dass zunächst vererbte Erfahrung die Mittel zu dieser Befriedigung kennen lehren könnte. Erst mit der vererbten Erfahrung von diesen Mitteln haben wir Instinkt — aber der Trieb an sich und der Versuch zur Befriedigung auf Grund vererbter Erfahrung lassen sich auch hier schwer trennen.

Ich habe den Instinkt als eine Fähigkeit bezeichnet, welche durch innere oder äussere Reize zur Auslösung gebracht werden kann. Jene inneren Reize bestehen eben in dem augenblicklichen Zustande des Körpers und äussern sich als „Triebe“. Der Geschlechtstrieb tritt erst in einer bestimmten Lebenszeit auf, wie der Hunger zu einer bestimmten Tageszeit und damit der Instinkt zur Befriedigung. Entfernt man die Geschlechtsorgane, so hören Trieb und Instinkt auf. Den Hunger freilich können wir nicht beseitigen.

Schlussbemerkungen über den Instinkt.

Meine Versuche mit den Hühnchen zeigen, dass es bestimmte vererbte Vorstellungen von den Dingen, z. B. von der Art der Nahrung sein müssen, welche für die Ausübung der Instinkte massgebend sind. Ich halte es aber für besonders nothwendig, noch ausdrücklich darauf hinzuweisen, wie jene Versuche ferner zeigen, dass es in hohem Masse auch erworbene allgemeine Fähigkeit, das Passende zu **lernen,** sich die kleinste Erfahrung zu Nutze zu machen ist, was die Thiere in den Stand setzt, sich so rasch in der Welt zurechtzufinden, nicht aber immer, wo dies auf den ersten Blick so scheinen möchte, vollkommener Instinkt, d. i. die angeborene fertige Kunst, eine bestimmte Thätigkeit auszuüben.

Die Fähigkeit des raschen Erlernens bedeutet für die einzelnen Fälle der Anwendung noch einen kleinen Rest von selbständiger Ueberlegung, welcher auf das Schönste beweist, wie der Instinkt entsteht. Ist sie für den einzelnen Fall weggefallen, so haben wir reinen Instinkt. Beachtet man ihre Bedeutung nicht, so glaubt man reinen Instinkt vor sich zu haben. Damit ist erklärt, wie schwer es häufig ist, zu entscheiden, wie viel bei einer Handlung noch dem Instinkt zuzurechnen ist.

Der Vortheil der Fähigkeit des raschen Erlernens liegt in der Abkürzung des Verfahrens, welches Zeit erspart.

Im Instinkt ist diese Abkürzung noch vollkommener, ist sie zur höchsten Stufe gelangt — jetzt arbeitet der Organismus nach den bezüglichen Richtungen verständig und vernünftig mit derselben Sicherheit und Genauigkeit wie der Reflexmechanismus arbeitete, von welchem aus sich Verstand und Vernunft entwickelt haben, der aber nur den gewöhnlichsten, allgemeinsten Anforderungen der Aussenwelt genügen konnte.

Darwin giebt keine besondere Erklärung für Instinkt, er stimmt nur, wie er sagt, mit Peter Huber darin überein, dass dem

Instinkt häufig eine kleine Dosis von Urtheil oder Verstand selbst bei Thieren beigemischt sei, welche sehr tief auf der Stufenleiter der Natur stehen [1]). Es sei leicht zu zeigen, dass gewöhnlich ganz verschiedene geistige Fähigkeiten unter diesem Namen begriffen werden. Auch in seiner hinterlassenen und von Romanes in seinem Buche über die geistige Entwicklung im Thierreich veröffentlichten Abhandlung über den Instinkt giebt Darwin nur Beispiele für denselben und hat, wie früher lediglich die Absicht, dessen Entwicklung als Mittel im Kampf ums Dasein für das Nützlichkeitsprincip zu verwerthen. So schliesst seine nachgelassene Handschrift mit den Worten [2]): „Es mag vielleicht nicht ganz logisch sein, aber jedenfalls ist es für meine Auffassung viel befriedigender, wenn ich den jungen Kukuk, der seine Pflegegeschwister aus dem Neste wirft, die sklavenmachenden Ameisen, die Ichneumonidenlarven, welche ihre Opfer bei lebendigem Leibe aufzehren, die Katze, welche mit der Maus, die Fischotter und den Kormoran, welche mit lebenden Fischen spielen, nicht als Beispiele von Instinkten zu betrachten brauche, die einem jeden Thiere vom Schöpfer besonders verliehen worden sind, sondern wenn ich sie als theilweise Aeusserungen des einen allgemeinen Gesetzes beurtheilen darf, das zum Fortschritt aller organischen Wesen führt — des Gesetzes: „Wehret euch, verändert euch, die Starken seien dem Leben geweiht, die Schwachen dem Tode!“

Romanes bezeichnet den Instinkt als Reflexthätigkeit, welcher ein Bewusstseinselement beigemischt sei [3]). Es schliesst diese Begriffsbestimmung schon ein, dass er sehr vieles Instinkt nennt, was nach meiner Auffassung kein solcher ist. Ich verweise des Näheren auf sein Buch selbst.

---

1) Entstehung der Arten, sechste Auflage S. 287.

2) A. a. O. S. 437.

3) Ebenda S. 169. Man vergleiche dagegen Wundt, Grundzüge der Psychophysik, Leipzig 1874, S. 809 ff., welcher eine im Wesentlichen mit der meinigen übereinstimmende Auffassung von Instinkt vertritt.

Reizbarkeit und Empfindung. Wille.

Ich habe im Vorhergehenden [1]) für die Ausübung willkürlicher Thätigkeit ein Gehirn vorausgesetzt, es wird sich aber aus dem Nachfolgenden ergeben, dass ich bei den vielzelligen Thieren nicht ein als Organ morphologisch erkennbares Gehirn als Apparat der Willensthätigkeit verlange, indem bei niederen Vielzelligen und bei den Larven derselben offenbar die Ektoderm-, bezw. die Ektoblastzellen die Willensthätigkeit vermitteln, wobei allerdings von einem gewissen Grade der Ausbildung an einzelne bestimmte Zellen mehr und mehr die Aufgabe der Centralleitung übernommen haben. Wo der Sitz der Willensthätigkeit bei den Einzelligen zu suchen sei, auf diese Frage komme ich im nächsten Abschnitt zu reden. Zunächst nur soviel, dass es mir auch hier nothwendig erscheint, ein bestimmtes Organ in der Zelle als nervöses Centrum anzunehmen, welches die Erfahrungen des übrigen Körpers aufspeichert und im Sinne der Willensthätigkeit verwerthet — dass nicht etwa das ganze Körperplasma zugleich Gehirn sein kann. Und ebenso müssen in diesem Körper Bahnen sein, welche die äusseren Reize zum Centralorgan hinleiten. Es sind diese Bahnen wohl Plasmafäden und als Centralorgan glaube ich aus später zu erörternden Gründen den Kern ansprechen zu dürfen. Es mag für solche noch nicht morphologisch erkennbare Nervensubstanz der Ausdruck Neuroplasma oder Nervenplasma gebraucht werden. Will aber Willensthätigkeit bei Wesen angenommen werden, welche noch nicht einmal einen Kern besitzen, wie bei Moneren, so dürfte als Willensorgan eine bestimmte Masse des Plasma gedacht werden, weil ja der Kern aus dem gewöhnlichen Plasma sich bildet, wie ein „Niederschlag“ in demselben auftritt. Uebrigens werden wir alsbald sehen, dass vieles den Eindruck von Willensthätigkeit bei solch niederen Organismen machen kann, was entschieden keine ist.

---

1) Vergl. S. 239.

E. v. Hartmann, Haeckel und andere sprechen von einem Atomwillen: um über die Schwierigkeit der Abgrenzung, bezw. der Entstehung der Willensthätigkeit hinauszukommen, schreiben sie dieselbe dem Plasma und der Materie überhaupt zu. Diese Annahme setzt die andere voraus, dass den Atomen Empfindung zukomme, dass Empfindung und Reizbarkeit nicht zu trennen seien (Zöllner). Damit ist man auch der Frage nach dem ersten Auftreten der Empfindung enthoben, alle Organismen haben Empfindung, also auch die Pflanzen, und bei den Einzelligen besorgt das Plasma Empfindung und Willensthätigkeit[1]). Ja, die Atome auch der unorganischen Körper haben Empfindung. „Worauf", sagt Haeckel[2]), „beruht denn im Grunde die allgemein angenommene chemische Lehre von der Wahlverwandtschaft der Körper, als auf der unbewussten Voraussetzung, dass in der That die sich anziehenden und abstossenden Atome von bestimmten Neigungen beseelt sind, und dass sie, diesen Empfindungen oder Trieben folgend, auch den Willen und die Fähigkeit besitzen, sich zu einander und von einander fort zu bewegen? . . . . Wenn der „Wille" des Menschen und der höheren Thiere frei erscheint, im Gegensatz zu dem „festen" Willen der Atome, so ist das eine Täuschung, hervorgerufen durch die höchst verwickelte Willensbewegung der ersteren im Gegensatze zu der höchst einfachen Willensbewegung der letzteren. Die Atome wollen überall und jederzeit dasselbe, weil ihre Neigung dem Atom jedes anderen Elementes gegenüber eine . . . . unabänderlich bestimmte ist. . . . . Hingegen erscheint die Neigung und willkürliche Bewegung der höheren Organismen frei und unabhängig, weil in dem unaufhörlichen Stoffwechsel derselben die Atome beständig ihre gegenseitige Lage und Verbindungsweise verändern und daher das Gesammt-

1) Die Botaniker sprechen in der That durchaus von Empfindung der Pflanzen, trennen nicht Reizbarkeit und Empfindung.

2) E. Haeckel, Die Perigenesis der Plastidule oder die Wellenzeugung der Lebenstheilchen, Berlin 1876.

resultat aus den zahllosen Willensbewegungen der constituirenden Atome ein höchst zusammengesetztes und unaufhörlich wechselndes ist.“

„Indem wir so von dem mechanischen Standpunkte des Monismus aus alle Materie als beseelt, jedes Massenatom mit einer constanten und ewigen Atomseele ausgerüstet uns vorstellen, fürchten wir nicht den Vorwurf des Materialismus auf uns zu laden. Denn dieser unser monistischer Standpunkt ist ebenso weit vom einseitigen Materialismus wie vom leeren Spiritualismus entfernt. Ja wir können in ihm allein Versöhnung der rohen atomistischen und der inhaltsleeren dynamischen Weltanschauung finden, die sich bisher so heftig bekämpft haben und die in ihrer Einseitigkeit beide dualistisch sind. Wie die Masse des Atoms unzerstörbar und unveränderlich, so ist auch die damit untrennbar verbundene Atomseele ewig und unsterblich. Vergänglich und sterblich sind nur die zahllosen und ewig wechselnden Verbindungen der Atome, die unendlich mannigfaltigen Modalitäten, in denen sich die Atome zur Bildung von Molekülen, die Moleküle zur Bildung von Krystallen und Plastiden, die Plastiden zur Bildung von Organismen vereinigen. Diese monistische Auffassung der Atome allein ist in Einklang mit den grossen Gesetzen von der „Erhaltung der Kraft“ und von der „Erhaltung des Stoffes“, welche die Naturphilosophie der Gegenwart mit Recht als ihre unveräusserlichen Fundamente betrachtet, zu bringen“.

Nur nebenbei möchte ich fragen, was denn materialistische Auffassung sei, wenn diese Haeckel'sche es nicht ist — aus welchen Gründen wäre sie es nicht? Dass Haeckel die Atome „beseelt“ nennt, dieses Wort schminkt seine Lehre doch nur in den Augen der Gegner des Materialismus.

So sehr ich, wie aus der auf Seite 239 gegebenen Erklärung des Begriffes Wille hervorgeht, in der mechanischen Auffassung desselben mich mit Haeckel berühre, so sehr muss ich seiner Anwendung des Wortes widersprechen. Ich binde den Begriff Wille durch-

aus an die Nervensubstanz, bezw. an das dieselbe vertretende „Nervenplasma“: Wille ist keine Eigenschaft des Plasma, noch weniger der Materie überhaupt, sondern eine Eigenschaft von Nervensubstanz, bezw. bestimmter Nervenzellen — der Wille ist eine erworbene vererbte Eigenschaft. Nur die Nervenzellen des Gehirns sind fähig, äussere Einwirkungen, d. i. die Wirkung von Reizen als Erfahrungen derart aufzuspeichern, wie es willkürliche Thätigkeit als „Auslösung in Spannung befindlicher Kräfte“ verlangt. Der Wille beruht auf Bewegung wie das gesammte geistige Leben und wie das Leben überhaupt. Ebenso beruhen Reizbarkeit und Empfindung auf Bewegung, aber auch Empfindung ist eine Eigenschaft der Nervensubstanz, bezw. des Nervenplasma, kommt den Pflanzen nicht zu, so wenig wie den Anorganen, welche auch der Reizbarkeit entbehren, die dagegen eine Eigenschaft des Plasma ist. Die Anorgane haben nur die Eigenschaft gegenseitiger gesetzmässiger Verbindungsfähigkeit, auf Grund von Anziehung und Abstossung. Reizbarkeit ist eine Grundeigenschaft des Plasma, Empfindungsfähigkeit aber ist eine erworbene Eigenschaft desselben.

Es beruht die Auffassung Haeckels auf einem ganz willkürlichen Gebrauch der Begriffe. Sie liegt einzig in dem Bedürfniss auch für das geistige Gebiet Einheit in der Natur zu finden, denn es erscheint in der That auf den ersten Blick als ein Dualismus, anzunehmen, dass ein Theil der Organismen empfinde und willensthätig sei, ein anderer nicht. Allein diese Forderung der Einheit ist eine vollkommen ungerechtfertigte — sie vergisst die Thatsache der Umbildung der Eigenschaften der organischen Natur auf Grund äusserer Reize, sie verwechselt Erworbenes mit Grundeigenschaft der Materie.

Es ist durchaus nicht nothwendig und es widerspricht wichtigen Thatsachen, anzunehmen, wie es die Botaniker thun, dass Reizbarkeit und Empfindung gleichwerthig (identisch) seien: die

Thatsache eben, dass bei Thieren ein besonderes Nervensystem, dass Nervenfasern und Nervenzellen entstanden sind, welche den Pflanzen fehlen, beweist schon, dass die Bewegungserscheinungen, welche Reizaufnahme und Reizleitung bei Thieren darstellen, ganz andere sein müssen, als jene bei Pflanzen, denn die Reize sind, wie wir sehen werden, die Ursache der Entstehung des Nervensystems. Nervensubstanz ist etwas den Thieren Eigenthümliches. Es gibt zwar Thiere mit willkürlicher Thätigkeit und demgemäss mit Empfindung — denn die letztere ist die Voraussetzung der ersteren — welche noch keine morphologisch nachweisbaren Nerven haben, so die niedersten Vielzelligen und die Einzelligen. Allein es müssen hier, wie vorhin ausgeführt worden ist, Theile des Plasma durch die von ihnen aufgenommenen und geleiteten Reize doch schon im Sinne der Nervensubstanz thätig sein — nur sind diese Theile nicht auch schon äusserlich als Nervenbahnen kenntlich. Schon deshalb also, weil die den thierischen Reizen dienende, jedenfalls bei höheren Thieren Empfindung und willkürliche Thätigkeit vermittelnde Substanz eine ganz eigenartige ist, wird man schliessen dürfen, dass letztere beide nur den Thieren zukommen. Wir kämen so in gewissem Sinne auf den alten Linné'schen Satz: Lapides crescunt, plantae crescunt et vivunt, animalia crescunt, vivunt et sentiunt.

In der That ist die Abgrenzung der organischen Welt nach den Zeichen ihrer Fähigkeit „Nervenreize" aufzunehmen und darnach thätig zu sein diejenige, welche noch am ehesten begründet sein dürfte. Der Linné'sche Satz, so ausgesprochen, dass alle Thiere im Gegensatz zu den Pflanzen empfinden und der Willkür fähig sind, würde demnach sicher viel berechtigter sein als die Lehre vom Atomwillen und der Atomempfindung. Allein ich spreche den Thieren nur eben die besondere Fähigkeit zu, auf Nervenreize thätig zu sein. Dass sie alle empfinden und „küren", ist damit nicht gesagt. Der ganzen Entwicklung des Nervensystems

entsprechend und augenscheinlich ist es, dass die vielzelligen Thiere, je tiefer sie stehen, um so mehr reflektorisch handeln. Die Willensthätigkeit muss ihrem Ursprung nach auf die Reflexthätigkeit zurückgeführt werden. Es darf immerhin die Frage aufgeworfen werden, ob nicht niedere vielzellige Thiere, wie die Spongien, rein reflektorisch thätig sind[1]). Dasselbe gilt für Einzellige, bei welchen Plasmastrassen die Stelle der Nerven vertreten müssen.

Gleichviel, mögen wir Empfindungsvermögen als Eigenschaft aller Thiere gegenüber den Pflanzen erklären oder als eine Eigenschaft, welche erst im Thierreiche selbst auftritt — es ist auch unter ersterer Voraussetzung nicht eine Grundeigenschaft des Plasma, sondern etwas durch Erwerbung Entstandenes.

Wie aber ist es zu erklären? Wenn wir Reizungsthätigkeit überhaupt als Bewegung auffassen, so liegt es nahe, die Empfindung als eine besondere Qualität dieser Bewegung zu erklären, eine Qualität zwar, welche in bestimmten Kernen, bei den höheren Thierformen in den Kernen der Ganglienzellen ihren Sitz hat, eine „Erregung", deren Ausdruck zugleich das Bewusstsein, als Gesammtempfindung des Organismus, ist.

Grundeigenschaft des Plasma ist — ich wiederhole es — nicht Empfindungs- und Willensthätigkeit, wohl aber Reizbarkeit. Aus ihr entwickeln sich durch Erwerbung und Vererbung die thierische Nervenreizbarkeit und Empfindungs- und Willensvermögen.

Ich lasse es also dahin gestellt sein, ob letztere allen Thieren zukommen. Jedenfalls aber sind eine Menge von Bewegungserscheinungen niederer Organismen, ebenso die der Samenfäden, welche den Eindruck des Willkürlichen machen, nach meinen Untersuchungen nichts als die Folge bestimmt gerichteter Bewegung des Plasma, als Folge gesetzmässig gewordener Reaktion desselben auf Reize.

1) Wenn Thätigkeit der freischwimmenden Larven dieser Thiere mit auf Willkür zurückgeführt werden dürfte, so könnte dennoch die gesammte Thätigkeit des ausgebildeten Schwammes auf Reflex beruhen, in Folge von Rückbildung der Nervenfähigkeiten, welche ja auch sonst bei Thieren vielfach ungemein gross ist.



Hierher gehören offenbar auch die Bewegungen der Wimpern der Flimmerzellen, soweit dieselben nicht von Nerven beeinflusst werden. Bei den Samenfäden der Unke bringen, wie bei jenen der Salamander, wellenförmig aufeinander folgende rhythmische Strömungen des Plasma die Vorwärtsbewegung der Samenfäden zu Stande und ich habe hier gezeigt, dass diese rhythmische Bewegung in die amöboide übergehen kann[1]), so dass ein Anhaltspunkt gegeben ist, die letztere gleichfalls als unwillkürliche aufzufassen, trotzdem sie willkürlich zu sein scheint, und ich kann mich in der That auch nicht mit dem Gedanken befreunden, dass die amöboiden Zellen, welche Amöben gleich in unsern Blutgefässen und überhaupt in unserm Körper wandern, derart selbständige Wesen seien, dass sie mit Empfindung und mit Willen begabt sind.

Die Botaniker haben viel mehr als die Zoologen Untersuchungen gemacht über die Reize, welche Ortsveränderung bei niederen Organismen veranlassen oder welche dieselbe beschleunigen oder in bestimmte Richtung bringen, Bewegungen, welche auf den ersten Blick durchaus willkürliche zu sein scheinen. Ich führe auch für den ersteren Fall ein Beispiel hier an, ein nicht minder wichtiges bieten die auf S. 257 behandelten Versuche Pfeffer's.

Auf die Bewegung der Schleimpilze hat Einfluss[2]):

1) Feuchtigkeit (Hydrotropismus): in der Jugend wandern sie von den allmählich austrocknenden Stellen des Substrats (d. i. der Unterlage, auf welcher sie kriechen) nach denjenigen, welche länger feucht bleiben; „ja es kann selbst durch Anbringen feuchter Körper in die Nähe beliebiger Auszweigungen die Bildung vom Substrat sich abhebender Aeste veranlasst werden, welche bald den feuchten

---

1) Th. Eimer, Unters. über d. Bau u. d. Bewegung der Samenfäden. a. a. O. — Demnach muss die letzte Ursache der Bewegung der Samenfäden auch der Säugethiere in bestimmt gerichteter amöboider Bewegung des Plasma liegen. Ueber Flimmerzellen vergl. das Folgende.

2) E. Stahl, zur Biologie der Myxomyceten, Botan. Zeitung 1884 No. 10—12. Auszug: Sitzungsbericht der Jenaischen Gesellschaft für Medizin und Naturwissensch. 1883. Sitzung vom 16. November.

Gegenstand berühren und eine vollständige Hinüberwanderung der gesammten Plasmodienmasse auf denselben ermöglichen". Beim Eintritt der Plasmodien in den Fruktifikationszustand macht der positive Hydrotropismus dem negativen Platz: die Schleimpilze verlassen das feuchte Substrat und kriechen an der Oberfläche trockener Gegenstände in die Höhe.

2) Ungleiche Vertheilung der Wärme im Substrat, sowie

3) ungleiche Sauerstoffzufuhr bedingen ebenfalls Ortsveränderungen der Schleimpilze.

4) In ähnlicher Weise wirken chemische, im Wasser lösliche Substanzen. Einseitige Berührung der Plasmodien mit Lösungen von Kochsalz, Salpeter, kohlensaurem Kali bewirken einen Rückzug der Plasmodien von den gefährdeten Stellen, während durch Lohaufguss oder verdünnte Zuckerlösung Zufluss des Plasma und schliesslich Translocation der gesammten Plasmodienmasse nach der Nahrungsquelle herbeigeführt wird. Gewisse Lösungen wirken je nach ihrer Concentration bald anziehend, bald abstossend.

5) Endlich fliehen sie das Licht (negativer Heliotropismus).

Ueber Beschleunigung und bestimmte Richtung der Bewegung durch Reize allein vergleiche man das Folgende.

„Die Kenntniss der merkwürdig feinen Reaktion der Plasmodien gegenüber äusseren Einflüssen macht uns begreiflich, wie diese zarten, eines jeglichen äusseren Schutzes entbehrenden Gebilde ihre Existenz zu fristen vermögen. Die noch nicht fruchtreifen Plasmodien werden durch den positiven Hydrotropismus, welcher ausserdem noch durch den negativen Heliotropismus unterstützt wird, in dem feuchten Substrat zurückgehalten."

„Innerhalb des verdunkelten und genügend feuchten Substrates verharren aber die Plasmodien keineswegs an demselben Orte, da die Differenzen in der chemischen Zusammensetzung der Unterlage fortwährend Verschiebungen verursachen. Den schädlichen Substanzen aus den Wege gehend, sind die Plasmodien andererseits in wunderbarer Weise befähigt, ihr Substrat nach allen Richtungen durchkreuzend, die ihnen zusagenden Stoffe aufzunehmen."

„Sind die inneren Umwandlungen endlich so weit gediehen, dass die Plasmodien dem Fruktifikationszustand entgegen gehen, so werden dieselben durch den nunmehr eingetretenen negativen Hydrotropismus aus den feuchten Theilen des Waldbodens an die Oberfläche gebracht, wo sie an verschiedenen aufrechten Gegenständen hinaufkriechen, um manchmal erst in einiger Höhe zu Fruchtkörpern zu erstarren."

„Kühlt sich im Herbst das Substrat langsam ab, was in der Richtung von oben nach unten geschieht, so wandern die Plasmodien in tiefere Regionen, die noch eine höhere Temperatur haben. Bei langsam fortschreitender Abkühlung, wie dies namentlich bei grösseren Lohehaufen eintritt, können die Plasmodien auf ihrer Wanderung in ziemlich beträchtliche Tiefen gelangen, wo sie dann zu Sclerotien sich umbilden. Will man im Winter Aethaliumsclerotien auffinden, so muss man daher nicht selten die Lohmasse bis auf mehrere Fuss Tiefe durchwühlen. Bei wieder eingetretener Temperaturerhöhung keimen die Sclerotien wieder aus und es tritt dann die Bewegung in entgegengesetzter Richtung, von den tieferen kühleren nach den oberen bereits erwärmten Schichten ein."

Es handelt sich bei der Ortsveränderung der Myxomyceten also um höchst interessante Reizbewegungen. Heliotropismus, Geotropismus, Hydrotropismus, Trophotropismus überhaupt sind solche Reizbewegungen, und in letzter Linie beruht das gesammte Wachsen auf Reizbewegung. Sie ist die ursprünglichste Art der Bewegung des Plasma. Erst in zweiter Linie erzeugten bestimmt gerichtete, fortgesetzte Reize bestimmte Leitungsbahnen und Auslösungen der Reize von ganz bestimmter Art (Reflexe); es entstanden die Nerven, und zuletzt entstanden Aufspeicherungsapparate für Reize, es entstanden Empfindung und Wille — als erworbene und vererbte Eigenschaften.

Siebenter Abschnitt.

Organisches Wachsen, morphologische und physiologische Umbildung der Lebewelt als Folge der Funktion.

Im vierten Abschnitt in der Abtheilung: „Durch Gebrauch erworbene Eigenschaften“ habe ich schon im Allgemeinen darauf hingewiesen, welche Bedeutung der Uebung für die Umbildung der Formen zukommt. Es soll nun im Besonderen gezeigt werden, dass die Organisation überhaupt, dass vor allem die erste Entstehung von Organen, und dass ferner auch alle höhere physiologische Ausbildung auf Uebung beruht, zurückzuführen ist auf Vererbung erworbener Eigenschaften.

Entstehung der Organisation bei einzelligen Thieren. Biologisches Grundgesetz.

Wer die allmähliche Umbildung der Lebewelt im Sinne der Entstehung höherer Organisation annimmt, muss auch von der Annahme ausgehen, dass sämmtliche Lebewesen, Pflanzen und Thiere, aus einfachsten Anfängen, aus unorganisirten Plasmakörperchen hervorgegangen seien, aus Organismen ohne Organe.

Den Ausdruck Organismus hat zuerst Aristoteles angewendet, auf Grund der Erkenntniss, dass jeder Theil eines Lebewesens ein Werkzeug, ὄργανον, für das Ganze sei. Zu seiner Zeit kannte man

Organismen ohne Organe noch nicht, da erst das Mikroskop dieselben aufgedeckt hat. Aber es gibt solche in den einfachen Plasmaklümpchen, welche H a e c k e l mit dem Namen Moneren (μονήρης einfach) belegt, kern- und hautlose Zellen, die als solche ein selbständiges Leben führen und von denen zum Theil der vollständige Entwicklungskreis bekannt ist. Es treten an diesen Wesen Werkzeuge (Organe) nur im Augenblick des Bedürfnisses hier oder dort am Körper auf, aber ohne dass sie irgend vorgebildet wären oder bestimmte Gestalt hätten: wechselnde Fortsätze des Plasma, „Scheinfüsschen" (Pseudopodien), mittelst welcher dieselben fortkriechen oder Nahrung aufnehmen. Im Ruhezustand der Zelle fliessen sie wieder zurück, sie werden eingezogen, verschwinden, indem der Körper Kugelgestalt annimmt. Der Begriff des Organs als eines zum Zweck bestimmter Leistung ausgebildeten Theiles des Körpers passt also auf diese Scheinfüsschen noch nicht, er passt nur auf die beständigen Werkzeuge der zusammengesetzteren Wesen, welche erst im vollen Sinne des Wortes „Organismen" sind.

Bei den nächsthöheren Lebewesen in der Thierreihe, bei den Amöben tritt zuerst ein bleibendes Organ, der Zellkern, auf. Dazu kommen die Herzblasen, die sogenannten „kontraktilen Blasen", welche indessen in manchen Fällen bald da, bald dort erscheinen und wieder verschwinden und deren Eigenschaft als ständige Organe deshalb zweifelhaft ist. Bewegung und Nahrungsaufnahme werden jetzt noch durch Scheinfüsschen vermittelt. Weiter hinauf in der Reihe der einzelligen Thiere bildet sich als ständiges Organ eine Haut, während an Stelle der Scheinfüsschen Wimpern aufgetreten sind, wozu nothwendig zugleich ein Mund zum Zweck der Nahrungsaufnahme und in vielen Fällen ein After entstanden sein muss. Der Körper kann jetzt meist noch seine Gestalt verändern und dieses Vermögen wird zuweilen vermittelt durch eine streifen- oder fadenartige Sonderung und Umbildung der äussersten unmittelbar unter der Hautschicht befindlichen Lage des Plasma. Es sind diese Fäden stets in derjenigen Richtung angeordnet, welche ermöglicht, dass

sie die gewöhnliche Zusammenziehung des Körpers am leichtesten besorgen: senkrecht zur Ebene dieser Zusammenziehung. In dem Stiel der Glockenthierchen (Vorticellen) aber haben wir einen die Zusammenziehung desselben vermittelnden Faden, welcher sich nach den Untersuchungen von Kühne physiologisch durchaus verhält wie die Muskelsubstanz der vielzelligen Thiere [1]).

Somit sind diese Wimperinfusorien Zellen mit sehr feiner Organisation, welche sich im Laufe der Stammesentwicklung allmählich herausgebildet haben muss, und zwar kann dies nicht geschehen sein durch Veränderung ihrer Keimzellen, aus dem einfachen Grunde, weil sie solche nicht besitzen, sondern es muss geschehen sein in Folge von Erwerbung durch den Gebrauch und in Folge von Vererbung solcher Erwerbung.

Am deutlichsten zeigt sich in der Entstehung einer besonders ausgebildeten Lage kontraktiler Substanz unter der Oberfläche des Körpers und in der Entstehung einer derjenigen der höhern Thiere gleichwerthigen Muskelsubstanz im Stiel der Vorticellen, dass die Thätigkeit, die Funktion, die organische oder physiologische Ausbildung erst hervorruft.

Dieser wichtige Satz, welchen ich als das elementare Grundgesetz der gesammten biologischen Wissenschaft als das biologische Grundgesetz bezeichnen möchte, schliesst den vollkommensten Widerspruch gegenüber der Nichtanerkennung der Vererbung erworbener Eigenschaften ein, besagt das Gegentheil derselben.

Das Plasma, hat die Eigenschaft, durch Einwirkung äusserer Reize physiologisch und morphologisch verändert, umgestaltet zu werden.

---

1) „Der Stiel der Vorticellen verhält sich . . . ganz wie Froschmuskel, er kann durch den Reiz elektrischer Stromschwankungen auch isolirt von dem übrigen Thiere zum Zucken, ja selbst zur tetanischen Verkürzung gebracht werden“ u. s. w. vergl. W. Kühne, Myologische Untersuchungen. Leipzig, 1860. S. 216 bezw. S. 213 ff.

Unter äusseren Reizen sind sowohl unmittelbar einwirkende als fortgesetzt durch selbstthätige Uebung von Seiten des Körpers wirkende zu verstehen.

Der Beweis für jenes Grundgesetz liegt schon darin 1) dass zahlreiche Thiere, ohne dass sie ausgebildete Organe dafür besitzen, doch schon Thätigkeiten üben, welche entsprechende Fähigkeiten des Plasma oder welche sogar die Entstehung solcher Organe im Beginn voraussetzen. 2) Dass verschiedene Organe zuerst mehreren Aufgaben dienen und dass Arbeitstheilung, bezw. Vermehrung der Organe und specifische Ausbildung derselben erst allmählich in der Formenreihe auftritt. 3) Dass auch die Larven der Thiere höchster Organisation nur Einrichtungen besitzen, welche nach Bau und Leben den unter 1) und 2) bezeichneten entsprechen, dass also auch in dieser Beziehung das biogenetische Gesetz vollkommen gültig ist.

Schon die einzelligen Thiere geben für die zwei ersten der aufgestellten Sätze vollgültige Beweise, wenn man ihre Thätigkeiten mit jenen der vielzelligen vergleicht.

Der zweite derselben wird weiter durch die gegebene Schilderung der Entwicklung der Organisation bewiesen; das nöthige Beweismaterial für den dritten können nur vielzellige Thiere liefern.

Für den ersten der zwei Sätze aber spricht noch das Folgende: die Wimperinfusorien mit der erwähnten oberflächlichen Lage von gestreiftem Plasma zeigen darin den Beginn der Entstehung einer Muskelschichte, welcher Beginn nur auf Rechnung einer bestimmt gerichteten Kontraktionsthätigkeit des dazu am meisten geeigneten Theils der Körpersubstanz gesetzt werden kann. Im Stiel der Glockenthierchen aber ist durch fortgesetzte solche Thätigkeit ein Muskelfaden entstanden, welcher physiologisch sich ganz so verhält wie die Muskeln der vielzelligen Thiere.

Die Wimperinfusorien verhalten sich gegenüber der Aussenwelt so, dass man ihnen entschieden Willen zuschreiben muss. Schon die einfache Betrachtung der Art ihrer Ortsveränderung, abgesehen von Anderem, beweist dies. Die Ortsveränderung ist eine

ganz willkürliche und ihre Mannigfaltigkeit kann dadurch bewirkt werden, dass bald alle, bald diese oder jene Wimpern langsamer oder schneller in Bewegung gesetzt oder stille gehalten werden. Die hypotrichen Wimperinfusorien [1]), wie z. B. Euplotes Charon, rudern bald mit rascher Wimperbewegung durch das Wasser, bald laufen sie auf dem festen Boden, auf Algen u. dgl., ihre Wimpern wie Beine benutzend, indem sie sich ähnlich den Asseln bewegen. Das gegenseitige Verhalten solcher Infusorien machte auf Beobachter (Engelmann) sogar den Eindruck, als ob sie sich, mit einander spielend, neckisch verfolgten.

Wir können aber an diesen geistig begabten Infusorien keine Nerven und kein Gehirn nachweisen. Es ist mir auf Grund der Vergleichung mit Verhältnissen der Zellen der vielzelligen Thiere wahrscheinlich, dass ihre Kerne, während sie zugleich der Fortpflanzung dienen, oder dass einer derselben auch als Centralorgan des Nervensystems thätig sei. Dafür spricht aber auch, was neuerdings gezeigt worden ist, dass von einem in zwei Theile zerschnittenen Infusorium nur der Theil wieder zu einem ganzen Thiere heranwächst, welcher den Nucleus oder wenigstens ein Stück desselben enthält [2]). Dasselbe gilt für Schnecken mit Beziehung auf das Gehirn: ist einer Gartennacktschnecke (Limax agrestis) der Kopf mit dem Gehirn weggeschnitten, so ergänzt sie sich nicht mehr, wohl aber nach Verstümmelungen, welche das Gehirn nicht weggenommen haben [3]).

---

1) Die nur mit unterständigen (bauchständigen) Wimpern versehenen.

2) A. Gruber: Beitr. zur Kenntn. d. Physiol. u. Biologie der Protozoën. Berichte d. naturf. Ges. zu Freiburg i. B. 1886, u. M. Nussbaum: Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilkunde in Bonn 1884, S. 259 ff. Fr. Schmitz u. J. v. Hanstein fanden dasselbe nach Theilung von Pflanzenzellen. Hier kommt nach meiner Auffassung die allgemeine Bedeutung des Kerns als Lebensorgan in Betracht. Vergl. das Folgende.

3) Das Nachwachsen des Kopfes der Schnecken hat Spallanzani schon im Jahre 1764 gezeigt. Pfarrer Schaeffer war erstaunt, zu sehen, dass den Schnecken in seinem Garten, welchen er mit der

A. Gruber ist dagegen der Ansicht, dass wenigstens bei den höheren Protozöen, bei den Ciliaten, der Sitz der Nerventhätigkeit hauptsächlich in der Rinde des Plasma zu suchen sei, und dass die Willensthätigkeit in jedem Plasmaelement ihren Sitz habe, dass die nervösen Leistungen an bestimmte Bahnen nicht gebunden seien. Er stützt seine Ansicht darauf, dass die zwei Jungen eines in Theilung begriffenen Infusorium vollkommen übereinstimmende Bewegungen machen so lange als sie noch durch irgend eine, auch sehr dünne Protoplasmabrücke verbunden sind (Stentoren). Dasselbe zeigt sich auch nach unvollkommener künstlicher Theilung: es beweise, dass „die nervöse Potenz der Zelle eine diffuse sei“. In der beigegebenen Abbildung ist ein Stentor schematisch abgebildet, welcher quer eingeschnitten ist, also wohl so, dass der Kern quer getrennt ist. Ob auch Stücke ohne Kern sich willkürlich verhalten, ist nicht angegeben. Dies wäre aber nothwendig zu entscheiden. Es bieten nun meine alsbald zu behandelnden Zerschneidungsversuche an Quallen einen ganz analogen Fall und doch sind dort lokalisirte Gehirne vorhanden! Wenn in der That, wie ich zeigen will, die Kerne bei Vielzelligen nervöse Centralorgane darstellen, so spricht dies selbstverständlich durchaus dafür, dass sie es auch in den Einzelligen seien. Es ist nämlich in den erwähnten Fällen, in welchen bei Vielzelligen ein umschriebenes Gehirn noch nicht vorhanden ist, Willensthätigkeit meiner Ansicht nach nur zu denken

---

Scheere die Köpfe abgeschnitten hatte, um sie zu vertilgen, die Köpfe wieder nachwuchsen. (Schäffer, Versuche mit Schnecken. 1768—70.) Nach Tarenne (Cochliopérie, recueil d'expériences sur les Hélices terrestres, 1808) soll auch das Hirn und die Mundnervenmasse nachwachsen. Aber es scheint sicher, dass die Erhaltung des Schlundrings doch für die Erhaltung des Lebens der Schnecken durchaus nothwendig ist; zu diesem Ergebniss sind schon Dugès und Moquin-Tandon gekommen (vergl. Milne-Edwards, Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée Bd. VIII S. 304) und neuerdings hat J. Carrière dasselbe gefunden. (Studien über die Regenerationserscheinungen der Wirbellosen, I. Regeneration bei Pulmonaten, Würzburg 1880.)

als ausgehend von umschriebenen Centralpunkten (Kernen), welche mit einander in Verbindung stehen und welchen die Erfahrungen des übrigen Theiles der Zelle zugeführt werden. Da die ganze Willensthätigkeit auf Verwerthung von Erfahrungen beruht, welche dem Willensorgan durch getrennte plasmatische Leitungsbahnen zugeführt werden müssen, so wird dasselbe schon deshalb kaum aus dem ganzen Plasma des Körpers bestehen können, vielmehr setzt sein Auftreten an sich Arbeitstheilung auf dem Gebiete des Nervenlebens voraus und es ist nicht abzusehen, warum der Kern bei den Einzelligen nicht auch als nervöses Centralorgan aufgefasst werden soll, wenn nachgewiesen werden kann, dass er diese Rolle bei Vielzelligen spielt.

Uebrigens ist die Frage erst in der Zukunft zu entscheiden. Vielleicht werden gesonderte Nervenreiz leitende Fäden durch genauere darauf gerichtete Untersuchungen doch noch nachzuweisen sein [1]) und werden uns dann zugleich zum Centralorgan hinführen.

---

1) Vergl. Engelmann, Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen, Pflüger's Archiv Bd. XXII, 1880, S. 505. Derselbe glaubt, solche Fäden bei Stylonychia an Wimpern hintretend gesehen zu haben, welche in ungleichem Takt zu schlagen haben. Nebenbei bemerke ich, dass ich die Wimperzellen der Mantel-, bezw. Kiemenoberfläche von Anodonten wiederholt auf das Bestimmteste mit Nerven in Verbindung getroffen habe, welche offenbar denselben Zweck erfüllen. Nach Behandeln mit doppeltchromsaurem Kali lassen sich die Zellen leicht in Verbindung mit den Nerven isoliren. Ich habe bis dahin eine Verbindung der Nerven mit den feinen Plasmafäden, welche ich in diesen Zellen bis unter den Kern herab verfolgen konnte und welche sich nach oben in die Wimpern fortsetzen, nicht gesehen, allein sie ist sehr wahrscheinlich (vergl. Th. Eimer: Weitere Nachrichten über den Bau des Zellkerns, nebst Bemerkungen über Wimperepithelien, Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. XIV, 1877). Ich halte jene Fäden bestimmt für nervöse Bahnen, für Nervenplasma, und ihre Kenntniss gab mit die Grundlage für meine Ansicht ab, dass auch bei den Infusorien die Plasmafäden solche Bahnen darstellen, und nach Analogie der Verhältnisse, welche ich von den Geisselfäden der Ektodermzellen von Quallen beschrieb (vergl. „die Medusen", Taf. IV), ist anzunehmen, dass diese Fäden auch hier in die Kerne eintreten. Dass solche Fäden in Nervenfäden übergehen, beschrieb ich andererseits an Ektodermzellen von Carmarina hastata (vergl. „Medusen", Taf. XII, Fig.

Jedenfalls sind Nerven nach Art derjenigen der Vielzelligen nicht vorhanden und doch nehmen die Thiere offenbar durch die mit dem Plasma in Verbindung stehenden Wimpern Reize auf, welche durch bestimmte Bahnen zum Centralorgan geleitet werden müssen. Es können diese Bahnen nichts anderes als Plasmastrassen sein; wahrscheinlich sind sie, wie früher bemerkt, durch Fäden von gewöhnlich aussehendem Plasma hergestellt.

Wir werden sehen, dass auch bei den niederen vielzelligen Thieren Leitung von Nervenreizen ohne Vorhandensein wirklicher Nerven geschieht und nur, um für die dort zu behandelnden wichtigen Thatsachen das Seitenstück aufzustellen und darauf vorzubereiten, bin ich auf die weit weniger sicher bekannten Verhältnisse bei den Wimperinfusorien eingegangen.

Wenn ich im Vorstehenden vorzüglich Muskeln und Nerven zum Beweis der von mir aufgestellten Sätze benutzt habe und auch im Folgenden benutzen werde, so geschieht dies hauptsächlich deshalb, weil diese Werkzeuge, als die sogenannten „animalen", besonders geeignet sind, die Wirkung der Beziehungen des Organismus zur Aussenwelt vor Augen zu führen.

Der wesentlichste Unterschied in der Organbildung besteht zwischen Einzelligen und Vielzelligen darin, dass bei ersteren die Organe als Theile der Zelle erscheinen, welche das Thier selbst ist, während sie bei letzteren je aus zahlreichen Zellen gebildet sind. Bei den Einzelligen stellt z. B. ein Theil der Zelle Vorticella einen Muskelfaden dar, bei den Vielzelligen bilden viele Zellen einen

---

8, 19, Taf. XI u. a.). Es erscheinen diese Zellen ausgeprägt längsgestreift: ihr Plasma ist in ausgesprochenes Nervenplasma umgebildet, und die dasselbe darstellenden Fäden setzen sich, indem sie nach unten auseinandertreten, unmittelbar in die Nervenfäden des Ringnerven als solche fort („Besenzellen"). Die Thatsache, dass jede dieser Ektodermzellen somit mit zahlreichen Nervenfäden in Verbindung steht, dürfte darauf hinweisen, dass jene noch als centrale Nervenzellen thätig sind, obschon sich Ganglienknoten unter dem Epithel schon ausgebildet haben! (Vergl. später: erste Entstehung des Centralnervensystems, besonders: Hydra.)

Muskel, welcher physiologisch jenem Muskelfaden gleichwerthig ist. Morphologisch lassen sich also beide so wenig vergleichen wie irgend andere Organe beider Thiergruppen. Dass sie aber, ebenso wie andere Organe beider Gruppen, physiologisch gleichwerthig sind, dass in beiden Fällen aus ganz anderer Grundlage je eine gegenüber der Aussenwelt in gleicher Weise wirksame Einrichtung hervorgegangen ist, dies allein schon lässt darauf schliessen, dass es eben die Beziehungen zur Aussenwelt waren, welche das Plasma in beiden Fällen nicht gleichartig aber gleichwerthig umgebildet haben, dass Vererbung erworbener Eigenschaften hier wirksam sei.

Entstehung der Organisation bei vielzelligen Thieren.

Entstehung der Keimblätter als Urorgane.

Die vielzelligen Thiere dürften aus auf Grund der Vortheile der Genossenschaftsbildung (Association) hervorgegangenen Gesellschaften noch sehr tiefstehender einzelliger Wesen entstanden sein, von Einzelligen, welche noch keinerlei beständige Organe gebildet hatten, abgesehen vielleicht vom Kern. Diese Gesellschaften bildeten sich wahrscheinlich dadurch, dass die aus der Theilung hervorgegangenen jungen Einzelligen sich nicht trennten, sondern verbunden blieben bis zur Entstehung einer Gesellschaft mit zweckmässiger Zahl der Mitglieder. Die passendste Anordnung dieser Einzelthiere aber konnte nicht die einer dichten Kugel (Morula) sein, welche Anordnung sie allerdings zuerst eingenommen haben mögen und theilweise heute noch einnehmen, vielmehr musste die beste Anordnung solcher Gesellschaften einzelliger niedriger Lebewesen die sein, welche allen Mitgliedern die Entfaltung aller ihrer Kräfte zum Nutzen des Ganzen und der Einzelnen ermöglichte, und da diese

Kräfte bei jedem dieselben waren, so konnte jene Aufgabe nur erreicht werden dadurch, dass alle Einzelwesen in gleicher Weise an die Oberfläche traten, dadurch, dass sie zusammen eine einzige, die Wand einer kugelförmigen Blase darstellende Lage bildeten, welche einen Hohlraum einschloss. So waren sämmtliche Einzelthiere zur allgemeinen Unterrichtung über die Verhältnisse der Aussenwelt, zu gemeinsamer Vertheidigung am besten geordnet, gleich dem von Bajonetten starrenden Viereck (Carré) unserer Infanterie. Es gibt gleichfalls noch jetzt Lebewesen in dieser Anordnung der „Blastula" — so die koloniebildenden Volvocinen, aus einzelligen, geisseltragenden Algen bestehend, von denen jede ihren Geisselfaden, gleich dem Bajonett des Fusssoldaten im Viereck, nach aussen richtet. Bald musste sich, schon zum Zweck der Ortsveränderung nach bestimmter Richtung, ein Uebergewicht einzelner kräftigerer Zellen gegenüber den anderen, eine Führung bilden, so dass die Einzelzellen nun Regel in die Bewegung ihrer Fortsätze brachten, indem diese allseitig und übereinstimmend nach einer bestimmten Richtung geschah und damit die Ortsveränderung des ganzen Wesens nach vorwärts oder rückwärts erfolgt.

Diejenigen Zellen, welche an den Polen der Blastula sassen, mussten ihre Fähigkeit, Nahrung aufzunehmen, besonders ausbilden, weil sie dazu am meisten Gelegenheit hatten: sie kamen mit derselben zuerst und am meisten in Berührung. Indem ihrer mehrere benachbarte mehr und mehr ausschliesslich sich mit der Nahrungsaufnahme beschäftigten, war funktionell die erste Veranlassung zur Entstehung eines ersten gemeinsamen Organs, des die Nahrungsaufnahme vermittelnden Entoderms, und weiter zur Entstehung einer Einstülpung an einem Pole der Blastula, zur Bildung eines zweiten gemeinsamen Organs, des Urdarmes, gegeben: je mehr die die Nahrung umgreifenden Zellen eine solche Einstülpung bildeten, um so günstiger war dies für die Ernährung des Ganzen, denn um so mehr Nahrung konnte aufgefangen werden. Dabei mag die Auslese lebhaft mit thätig gewesen sein — so bildete

sich die Gastrula, ein Organismus von der Gestalt eines Eierbechers mit einer aus zwei aneinander gelagerten Schichten von Zellen bestehenden Wandung, von welchen die innere durch Einstülpung der ursprünglich einfachen entstanden ist.

Mit dieser Einstülpung bekommen wir nun aber zugleich zwei Haupt- oder Urorgane der Vielzelligen: das Ektoblast und das Entoblast. Während das letztere nur die Nahrungsaufnahme vermittelt, besorgt das erstere dreierlei:

1) Den Schutz des Körpers nach aussen, als Körperbedeckung; 2) die Beziehungen desselben zur Aussenwelt als „Beziehungsorgan", anstatt des Nervensystems; 3) die Ortsveränderung.

In letzterer Hinsicht ist zu bemerken, dass es wohl wieder eine bestimmt gerichtete Thätigkeit, die nach bestimmter Richtung vor sich gehende Ortsveränderung gewesen ist, welche zur Entstehung der ständigen Geisselhaare an den Zellen anstatt der unregelmässigen wandelbaren Scheinfüsschen geführt hat. Und zwar dürfte diese Umbildung schon vor Vollendung des Entoblasts geschehen sein, denn letzteres trägt selbst noch Geisselzellen, während es zugleich zum Zwecke der Nahrungsaufnahme auch Scheinfüsschen aussenden kann; seine Geisselfäden aber sind einziehbar, wie sie es ursprünglich als Gebilde, die aus Scheinfüsschen hervorgegangen sind, überall gewesen sein werden und wie sie es heute auch sonst noch vielfach sind, so bei den Flagellaten.

Es kann nur wieder der Gebrauch gewesen sein, durch welchen die Entoblastzellen allmälig auch in Grösse und Beschaffenheit ihres Inhalts von den Ektoblastzellen verschieden wurden, und als die Gastrula sich zu festsitzenden Thierformen gestaltete, war es der Nichtgebrauch, welcher den Schwund der Geisseln veranlasste.

Wie es noch Lebewesen giebt, welche die Morula-, und solche, welche die Blastulaform beibehalten haben, so gibt es auch noch solche mit der Gastrulaform, wenn auch die Gastrula verschiedene Umbildungen erfahren hat. Die Hydren sind derartige Thiere.

An diesen Hydren wird nun zugleich deutlich, auf welche Weise die Entstehung eines dritten Urorgans bei den Thieren vor sich gegangen ist, die des Mesoblasts.

Bei den Hydren und zahlreichen verwandten Thieren schieden sich die Ektoblastzellen in einen äusseren reizaufnehmenden und in einen inneren muskulösen (Neuromuskelzellen). Auch diese Scheidung kann doch unmöglich anders als durch den Gebrauch, durch Thätigkeit entstanden sein.

Durch Wachsen und Vermehrung nach innen, durch Abschnürung besonderer Zellen vom Ektoblast oder vom Entoblast zwischen beide hinein entstand auch sonst das eine besondere Zellenlage bildende, aus Stütz- und Muskelzellen bestehende Mesoblast.

Es muss als eine besondere, in der Organisation eines Theils der Mesoblastzellen gelegene Eigenthümlichkeit bezeichnet werden, dass dieselben Kalk oder Kiesel oder hornartige Substanz, besonders erstere in ganz bestimmten, oft äusserst zierlichen Formen abscheiden, „auskrystallisiren" lassen.

Bei der Bildung der Gerüste dieser niederen Thiere wird der Gebrauch, die Thätigkeit, also nicht massgebend gewesen sein, wohl aber bestimmte Bildungsgesetze und die Auslese, aber diese nicht sowohl in Beziehung auf die Entstehung bestimmt geformter Kalk- und Kieselkörperchen als in Beziehung auf die Festigkeit des Skeletes überhaupt.

Entstehung der Muskeln.

Einen ganz hervorragenden Beweis für die Bedeutung der Thätigkeit, der Funktion, für die Umbildung des Organismus gibt eben das Mesoblast durch seine Muskeln ab.

Zur freien raschen Bewegung im Wasser haben die Einzelligen

und die Larven der Vielzelligen Geisselhaare. Muskeln entstehen offenbar erst in Folge von immer wiederholten Gestaltveränderungen, von Krümmung, Dehnung und Zusammenziehung des Körpers zum Zweck schützender Verkleinerung desselben oder zum Zweck der Vergrösserung behufs Ergreifens der Nahrung, zum Angriff oder endlich zum Zwecke der Ortsveränderung.

Es ist den Histologen bekannt, wie schwer sogenannte glatte Muskelzellen zuweilen von gewissen Bindegewebszellen zu unterscheiden sind. Beide entstehen aus derselben Grundlage im Mesoblast. Ich habe an einem besonderen Fall schon vor Jahren gezeigt, dass in der That Bindegewebe und Muskeln unmittelbar ineinander übergehen und zwar so, dass letztere zuerst senkrecht zu den Richtungen im Körper sich entwickeln, nach welchen Zusammenziehung desselben erfolgt, während im Uebrigen nur Bindegewebe entsteht. Es ist dies der Fall unter den Rippenquallen bei Beroë ovatus, wo das Gallertgewebe des Körpers von Bindegewebs- und von sehr einfachen Muskelfasern durchsetzt wird, welche derart in einander übergehen, dass eine Grenze zwischen beiden beim besten Willen nicht festzustellen ist. Die Muskelfasern bestehen aus langen faserartigen Röhren kontraktiler Substanz, welche Röhren in frischem Zustande gleichartig aussehen, sich aber durch Reagentien in Längsfibrillen zerlegen lassen und welche unorganisirtes, von Stelle zu Stelle einen Kern einschliessendes Plasma enthalten. Diese Fasern sind von einem Sarkolemm umhüllt. „Die typischen Bindegewebsfasern sind drehrunde, stark lichtbrechende, feine . . . Fäden von geradem bis stark geschlängeltem Verlauf, welche meistens von Stelle zu Stelle durch Kerne, die jedoch in sehr grossen Abständen von einander entfernt liegen, spindelförmig aufgetrieben sind. Die gröberen Fasern lassen in ihrem Innern einen hellen Streifen erkennen, welcher in vielen Fällen als Kanälchen erscheint, so dass dann die ganze Faser als feines Röhrchen sich darstellt". Zwischen den ausgeprägten Bindegewebe- und Muskelfasern finden sich nun „vollkommene Uebergangsformen und es ist durch kein

Mittel eine Grenze zwischen den Fäden festzustellen, welche die geringste Menge kontraktiler Substanz enthalten, und zwischen solchen, welche derselben gänzlich entbehren, denn es lässt auch die Färbung mit Karmin im Stiche, wenn nur geringe Mengen dieser Substanz vorhanden sind. Die erste deutliche Spur von kontraktiler Substanz erscheint in den Fasern als eine der Innenwand des Faserröhrchens angelagerte doppeltbegrenzte Schicht, welche als feiner Mantel die Axe desselben umschliesst.

Die Bindegewebsfasern durchziehen die Gallertsubstanz unseres Thieres von innen nach aussen, sowie von oben nach unten, sehr häufig aber in einer solchen Richtung, welche diejenige der Muskelfasern im rechten Winkel kreuzt.

. . . . . Bei den niederen Quallen, dann auch bei den Akraspedoten, wird die gallertartige Grundsubstanz des Körpers noch nicht quer von Muskelfasern, sondern nur von Bindegewebsfasern durchsetzt. Sie scheint hier nicht in sich selbst kontrahirt zu werden oder nur mit Hülfe der ihr anliegenden Muskulatur. Bei den Rippenquallen ist die Grundsubstanz von Wand zu Wand reichlich von Muskelfasern durchsetzt, und es kann dieselbe daher durch ihre Fasern in sich selbst zusammengezogen werden.

Es haben sich hier in denjenigen Richtungen aus der für Bindegewebs- und Muskelfasern gemeinsamen Grundlage die letzteren entwickelt, nach welchen hin der Körper am meisten bestrebt war, sich zu kontrahiren. In den Richtungen, nach welchen ein Kontraktionsbestreben nicht oder nur in geringem Grade stattfand, blieb es bei der Ausbildung von Bindegewebsfasern, oder es entstanden höchstens Muskelfasern, die nur sehr geringe Mengen von kontraktiler Substanz aufweisen.

In einer Richtung, welche rechtwinklig gedacht ist zu derjenigen, nach welcher an einer bestimmten Körperstelle ausschliesslich Kontraktion stattfindet, wird die kontraktile Substanz am meisten in den Hintergrund treten und wir werden daher die ausgesprochen-

sten Bindegewebsfasern rechtwinklig zu den Muskelfasern gelagert finden [1]).

Wenn ich von einem „Kontraktionsbestreben" sprach, so dachte ich dabei selbstverständlich nicht an Unterstützung der entsprechenden Lamarck'schen Auffassung, insbesondere nicht in dem Sinne, dass durch den „Willen" etwas erzeugt werden könnte.

Vielmehr ist Kontraktilität eine der Grundeigenschaften des Plasma, und durch hervorragende Uebung dieser Eigenschaft entsteht nach meiner Erklärung aus ihm eigentliche Muskelsubstanz. Dass dabei ein gewisses Bestreben mitwirkt, ist selbstverständlich, aber dasselbe ist nicht unmittelbar, sondern nur mittelbar massgebend.

Nur so erklärt sich die Thatsache, dass Muskulatur überall in denjenigen Theilen der Thiere am meisten ausgebildet ist, in welchen sie vorzüglich vorhanden sein muss, um ihrem Zwecke zu genügen — so eben z. B. bei den durch Zusammenziehung ihres Schirmes sich fortbewegenden Medusen an der Unterseite dieses Schirmes, bei den Würmern zum Zweck der Krümmung und schlängelnd kriechender Fortbewegung des Körpers im „Hautmuskelschlauch", bei den Schnecken im Fuss, bei den Muscheln in den Schliessmuskeln u. s. w.

Wie sollte Auslese oder gar geschlechtliche Mischung Muskeln an bestimmten Stellen des Körpers hervorbringen, welche vorher gar nicht dagewesen sind? Auslesen und mischen lässt sich nur Vorhandenes.

Die Muskeln der vielzelligen Thiere liefern aber noch nach einer anderen Richtung hin den Beweis für die Berechtigung meiner Auffassung von der Umbildung der Organisation durch die Thätigkeit.

---

1) Vergl. „Beroë ovatus", 1873 a. a. O. S. 30 ff. — Zu den gleichen Ergebnissen ist mein Freund Flemming für Bindegewebs- und Muskelzellen in der Harnblase von Salamandra maculata gekommen. Er sagt: „Es giebt dauernde Zwischenstufen der Form zwischen einkernigen Muskelzellen und Bindesubstanz-Zellen und also keine scharfe Grenze zwischen beiden." Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XXX. Supplement 1878. S. 473.



Entstehung der Querstreifung der Muskeln.

Man theilt die Muskeln in den Lehrbüchern der Histologie immer noch in glatte und quergestreifte ein. Man meint mit jenen im Ganzen die Muskelzellen, mit diesen die Muskelfasern. Aber vom vergleichenden Standpunkte aus ist diese Eintheilung eine ganz unberechtigte, denn es giebt quergestreifte Muskelzellen wie quergestreifte Muskelfasern, und endlich gibt es auch nicht quergestreifte (glatte) Muskelfasern (Rippenquallen). Ferner wird ein Jeder, der sich mit der vergleichenden Untersuchung der Muskeln sorgfältig abgegeben hat, mir zustimmen, wenn ich sage, dass die Querstreifung allmählich entsteht, so dass Uebergänge zwischen nicht quergestreifter und quergestreifter Muskulatur vorkommen. Man kann also nur die Eintheilung in Muskelzellen und Muskelfasern als eine sachgemässe anerkennen, wenn man in den Begriff zugleich die Einkernigkeit der ersteren und die Vielkernigkeit der letzteren einschliesst, indem es einfache, einkernige Muskelzellen gibt, welche so lang sind, dass man sie ebensogut Fasern im Sinne des gewöhnlichen Sprachgebrauchs nennen darf.

Auf der anderen Seite spricht man neuerdings mehr als früher von „Muskelkästchen“ als dem Grundelement der quergestreiften Muskelfaser. Es ist aber dieses Grundelement vielmehr die Fibrille, der Muskelfaden, und die vergleichende Betrachtung führt nothwendig darauf, dass eine Abtheilung dieser Fäden in einzelne quergeschiedene Kästchen, wie sie im hochentwickelten Zustand der Querstreifung vorgebildet vorzukommen scheint (die Sache ist immer noch nicht vollkommen entschieden), nur etwas spät Erworbenes sein kann, dass sich dieselbe auf früheren phylogenetischen Stufen der Querstreifung überhaupt noch gar nicht findet.

So habe ich schon in meinem Werk über „die Medusen“ den Satz ausgesprochen und zu beweisen gesucht, dass die Querstreifung der Muskulatur e i n e d u r c h i h r e e i g e n e T h ä t i g k e i t

hervorgebrachte, also eine erworbene und vererbte Eigenschaft sei.

Der Beweis hiefür liegt in Folgendem: 1) kommt quergestreifte Muskulatur nur da, aber auch überall da vor, wo sehr lebhafte Muskelarbeit stattfindet, wo sehr rasch aufeinanderfolgende Muskelzusammenziehungen häufig geschehen. So besteht die Eingeweidemuskulatur der Wirbelthiere überall aus glatten Muskelzellen, mit Ausnahme derjenigen des Herzens, welche aus quergestreiften Muskelzellen zusammengesetzt ist — jene finden sich also an den Eingeweiden überall da, wo die Bewegung eine träge, diese allein da, wo sie eine sehr thätige ist. Eine nicht minder bezeichnende Thatsache aber ist die folgende: die Neuromuskelzellen stellen bei den Zoophyten den Anfang der Bildung der Muskulatur dar, abgesehen von glatten Muskelzellen, welche auch schon im Mesoderm der Schwämme vorkommen. Aber trotz der niederen Stellung der Muskelelemente, welche die Neuromuskelzellen tragen, sind dieselben in den Fällen, in welchen sie kräftige und häufige Bewegung vermitteln, quergestreift, während sie sonst glatt sind. Glatt sind sie bei den Hydren, quergestreift aber an der Unterfläche des Schirmes der Medusen, welcher sich zum Zweck der Ortsveränderung, des Athmens und der Nahrungsaufnahme in ständiger Bewegung befindet.

Die trägen Mollusken haben allgemein glatte Muskelzellen — nur an einem Orte kommt quergestreifte Muskulatur vor: die Schliessmuskeln der Schalen derjenigen Muscheln sind aus solcher zusammengesetzt, welche durch beständiges Auf- und Zuklappen der Schalen im Meere lebhaft schwimmen, ähnlich wie Schmetterlinge durch Klappen der Flügel fliegen — so die Schliessmuskeln der Kammmuscheln (Pecten) u. a. Am bemerkenswerthesten für unsere Frage sind aber die Schliessmuskeln unserer Anodonten: bei ihnen finde ich die ersten Anfänge von Querstreifung, aber noch nicht bleibend morphologisch ausgebildet, sondern nur vorübergehend,

und nur an einzelnen Stellen ihres Verlaufs, rein als Ausdruck der Thätigkeit.

Es wird gewöhnlich angegeben, die Arthropoden hätten nur quergestreifte Muskelfasern. In der That ist bei diesen lebhaften, beweglichen Thieren die Querstreifung besonders ausgeprägt und gerade bei ihnen hat man die Abtheilung der Muskelfibrillen in „Kästchen" beschrieben und hat den Befund auf alle quergestreiften Muskelfasern übertragen, die „Kästchen" als elementare Theile der Fibrillen überhaupt auffassen wollen. Selbst die Darmmuskulatur der Arthropoden ist quergestreift, offenbar dient der Darm z. B. bei Krebsen wie bei Insekten in hervorragendem Masse der Athmung und ist dadurch, ferner in vielen Fällen auch in Folge des den ganzen Tag über andauernden Verdauungsgeschäftes sehr in Bewegung.

Untersucht man aber die Brustmuskeln von Fliegen im ersten Frühjahre, nachdem letztere durch die Wärme eben erst wieder „lebendig geworden" und noch nicht geflogen sind, so findet man dass die Fibrillen derselben fast durchweg glatt ohne jede Querstreifung sind, eine Beobachtung, welche ich seit längeren Jahren regelmässig bei den von mir abgehaltenen histologischen Übungen gemacht habe. In diesem Frühjahr machten wir bei diesen Uebungen den Versuch, solche Fliegen durch wiederholtes Schütteln in Bewegung, zum Fliegen zu bringen und wir glaubten bei solch' geringer Anregung zur Flugbewegung schon feststellen zu können, dass die Fibrillen nachher in viel grösserer Anzahl quergestreift waren, als vorher. Als wir aber in diesem Sommer die Brustmuskeln der Fliegen untersuchten, fanden wir alle Fibrillen auf das schönste quergestreift.

Entstehung der verschiedenen Sinneszellen aus gemeinsamer Grundlage.

Wo möglich noch mehr als durch die Entstehung und Ausbildung der Muskeln wird die massgebende Bedeutung äusserer

Reize und der Uebung für die Entstehung und Ausbildung der Organe durch die Naturgeschichte des Nervensystems bewiesen.

Es ist geradezu eine Forderung meiner Auffassung, dass das Nervensystem, so wie es thatsächlich geschieht, aus dem Ektoblast hervorgehe. Denn das Nervensystem bildet die Beziehungsorgane, d. i. diejenigen Organe, welche die Beziehung des Körpers zur Aussenwelt vermitteln, durch Aufnahme von Reizen und durch Anregung zur Reaktion gegen dieselben. Sind, wie wir nach dem biogenetischen Gesetz auf Grund der ganzen Entwicklungsgeschichte nicht nur, sondern auch auf Grund des Aufbaues heute lebender niederer vielzelliger Thiere annehmen müssen, die sämmtlichen Vielzelligen aus Formen hervorgegangen, welche als einzige Organe nur zwei oder drei Keimblätter besassen, so war es das äussere Keimblatt, das Ektoblast, welches ursprünglich jene Beziehungen zur Aussenwelt naturgemäss vermitteln musste — und bei denjenigen Vielzelligen, welche auch heute nur aus solchen „Urorganen" bestehen, muss sie das Ektoderm[1]) noch vermitteln. Diese äusserste von den drei Lagen der Larven-, bezw. Körperzellen kam und kommt zuerst in Berührung mit der Aussenwelt. Alle äusseren Reize wirkten zuerst auf dieselbe ein. Sie musste durch die Wiederholung der Reize zu ihrer Aufnahme und später zu ihrer Verwerthung mehr und mehr geeignet, darin geübt und gestärkt werden. Nur dadurch ist es eben zu erklären, dass das Nervensystem, dass Gehirn und Ganglien überall, wo sie nachweisbar sind, aus dem Ektoblast entstehen.

Und zwar haben die wesentlichsten Theile des Nervensystems, die Gehirne und die höheren Sinnesorgane, Seh- und Hör-, dann auch Schmeck- und Riechwerkzeuge überall an denjenigen Theilen des Thieres ihren Sitz, welche mit der Aussenwelt zum Zweck der

1) Ich bezeichne mit E. v. Beneden als Ekto-, Ento- und Mesoblast die Keimblätter der Larven, als Ekto-, Meso- und Entoderm die aus denselben hervorgegangenen entsprechenden Gewebsschichten des fertigen Thierkörpers.

Aufnahme von Reizen vorzüglich in Berührung kommen, welche diese Reize am häufigsten aufzunehmen im Stande sind — bei Würmern, Weichthieren, Gliederfüsslern und Wirbelthieren am vorderen Ende, bei Medusen am Schirmrande u. s. w.

Die Sinnesorgane behalten, abgesehen davon, dass sie Abkömmlinge des Ektoblasts sind, zumeist ihren Sitz im Ektoderm. Die reizaufnehmenden Zellen aber sind aus gewöhnlichen Ektoderm-, bezw. Ektoblastzellen hervorgegangen.

Zuerst waren überall nur einfache Ektoblast- oder Epidermiszellen vorhanden; aus ihnen wurden Tastzellen. Die Tastzellen führten zur Bildung aller höheren Sinneszellen — das beweist die vergleichende Anatomie ganz unwiderleglich.

In wunderbar schöner Weise zeigt sich die Entstehung der verschiedenen Sinnesorgane aus Oberhautzellen an den von mir beschriebenen Sinnesorganen von toponeuren Medusen, z. B. von Aurelia aurita [1]). Hier liegen an bestimmten Stellen des Schirmrandes, an den sogenannten Randkörpern und in ihrer Umgebung, Seh-, Hör- und wahrscheinlich Riechorgane, ferner Tastorgane, hergestellt von Gruppen specifisch umgebildeter Oberhautzellen, dicht nebeneinander. Ein Plattenepithel bedeckt den grössten Theil der Oberfläche des Schirmes. Die Plattenepithelzellen gehen auf den Randkörpern zuerst in geisselnde Cylinderzellen über, welche auch in der Nähe der Randkörper gelegene Gruben der Körperoberfläche bedecken und hier wahrscheinlich dem Riechen, bezw. Schmecken, im Uebrigen, gleich dem gewöhnlichen Plattenepithel, aber wohl dem Tasten dienen. Solche Geisselzellen wandeln sich an einer und der anderen Stelle in eine Art Sehstäbchen um, und indem jene, so weit sie um diese Sehstäbchen herum liegen, Pigment aufnehmen,

1) Vergl. „Die Medusen“ und meinen auf der Münchener Naturforscherversammlung 1877 gehaltenen Vortrag: „Ueber künstliche Theilbarkeit und das Nervensystem der Medusen“ in den Verhandlungen der Versammlung, mit Zusatz abgedruckt im Archiv für mikrosk. Anatomie, Bd. XV, 1877.

entstehen die Augen der Qualle. Dicht neben diesen Augen, am keulenförmigen Ende der Randkörper, wird das Epithel wieder platt und bildet sich, indem darunter ein Krystallsäckchen entstanden ist, zum Hörepithel um.

Wenn nichts Anderes, so müsste schon die Naturgeschichte der Sinneszellen, ihre Entstehung aus einer und derselben Grundform, darauf hinweisen, dass die sämmtlichen Sinnesreize nur verschiedene Qualitäten eines und desselben Reizes, verschiedenartige Bewegungsformen äusserer Medien sein können — auch der Schmeck- und der Riechreiz.

Der roheste dieser Reize ist der Tastreiz. Ihm waren die Oberhautzellen von vornherein jedenfalls zugänglich und ihm ist das Plasma selbst der niedrigsten einzelligen Thiere zugänglich. Ob und wie weit auch den übrigen Reizen, ist nicht überall festgestellt. Die merkwürdigen Thatsachen, welche Pfeffer bekannt gemacht hat, eröffnen in Beziehung auf Anforderung an Reizwirkung auf niedere Organismen die weitgehendsten Erwartungen. Pfeffer hat gezeigt, dass chemische Reize auf gewisse pflanzliche Spermatozoën derart wirken, dass solche z. B. durch Apfelsäure in Wasser angezogen werden, und dass sie wie von einer geheimen Kraft getrieben in damit angefüllten feinen Röhrchen sich ansammeln, darin gefangen werden können [1]). Aehnliche merkwürdige Reizempfänglichkeit des Plasma habe ich schon auf Seite 334 ff. erwähnt.

1) W. Pfeffer, „Lokomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize“, Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. I, 1883, S. 524: „Für die Samenfäden der Farne ist Apfelsäure das specifische Reizmittel, welches diese Organismen in die geöffneten Archegonien lockt. Ebenso werden bei ungleicher Vertheilung dieses Stoffes im Wasser die Samenfäden von Selaginella derart gereizt, dass sie nach der concentrirten Apfelsäure hinsteuern. In gleichem Sinne ist Rohrzucker das specifische Reizmittel der Spermatozoën der Laubmoose. . . . . Nicht ein einzelner Körper, sondern jeder gute Nährstoff ist, bei ungleicher Vertheilung in der Lösung, ein Reizmittel der schwärmenden Spaltpilze, welche, zwischen einem Mehr und Weniger der Nahrung unterscheidend, zu der reichlicheren, resp. der



Dass die Empfänglichkeit des Plasma für grob mechanische Reize wie der Tastreiz und für chemische Reize eine Grundeigenschaft desselben ist, erscheint wohl demnach unzweifelhaft. — Da die übrigen als Sinnesreize bezeichneten Reize nur verfeinerte Arten beider sein können, so frägt es sich, ob das Plasma von vornherein auch für sie, wenn auch nur in geringstem Grade empfänglich oder ob es durch Uebung der gröberen Reize zu ihrer Aufnahme erst empfänglich geworden, erzogen worden sei. Es ist in dieser Beziehung, abgesehen vom Hinweis auf die Thatsache, dass Lichtreiz schon auf sehr niedrige Organismen einwirkt, und dass z. B. Spaltpilze sich nach dem sauerstoffreicheren Wasser hin bewegen, so viel bestimmt zu sagen, dass bei vielen niederen vielzelligen Thieren einfache Oberhaut- oder doch Tastzellen zur Aufnahme verschiedener Reizqualitäten befähigt sein müssen, wie denn des Weiteren Tast- und Schmeck- und Tast- und Riechzellen ineinander übergehen und wie Tastzellen theils zu Sehzellen, theils zu Hörzellen werden, während andererseits die sogenannten Endknospen, welche zumeist zum Schmecken dienen, zu Augen geworden sind, was z. B.

---

besseren Nahrung hinwandern. Ferner habe ich Lösung von Fleischextrakt als Lockmittel für die Schwärmsporen von Saprolegnia und für Trepomonas agilis, einen Organismus der Flagellaten, kennen gelernt. Es handelt sich in diesen Fällen übereinstimmend um chemische Reize, durch welche, bei ungleicher Vertheilung des auslösenden Agens, der frei bewegliche Organismus veranlasst wird, mit der ihm ohnehin zu Gebote stehenden Bewegungsthätigkeit nach dem concentrirten Medium, also entgegen der Diffusionsrichtung, sich zu bewegen."

Pfeffer lockte die Samenfäden der Farne durch Apfelsäure in Capillarröhrchen und zwar durch ausserordentlich geringe Mengen derselben: merklich ist die Wirkung noch, wenn die Lösung 0,0001 Proc. Apfelsäure enthält.

Es handelt sich hier also um einen chemischen Reiz zum Zweck der Befruchtung — die Apfelsäure verführt die Samenfäden der Farne. Für andere Samenfäden gelten andere solche Reize, so für die Laubmoose Rohrzucker. Das Nähere siehe in: W. Pfeffer, „Lokomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize" in: Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tübingen, I. Band, 1881—1885, S. 363.

Grenacher[1]) für die Arthropoden dargethan hat. Prachtvoll zeigt sich auch die Umbildung von Tast- oder Tast- und Schmeckorganen in Augen bei den Egeln. Wir sind selbstverständlich bei niederen „stumpfsinnigen" Thieren nicht so leicht in der Lage zu entscheiden, ob und in wie weit sie für Schmeck- und Riechreiz empfänglich sind und noch weniger, ob sie beide von Tastreizen unterscheiden. Aber so viel scheint mir eben nach vielfachen eigenen Untersuchungen und Beobachtungen unzweifelhaft, dass ursprünglich eine und dieselbe Zelle für verschiedene Sinnesreize empfänglich ist, wie z. B. thatsächlich manche augenlose Thiere, Insektenlarven und Würmer, offenbar durch ihre Oberhautzellen für das Licht empfindlich sind, und zwar scheint dasselbe wie ein schmerzhafter Tastreiz auf sie zu wirken. Wahrscheinlich wirken alle sogenannten Sinnesreize auf das Plasma ursprünglich nur in der Form von Tastreizen, daher die Thatsache, dass alle Sinneszellen auch morphologisch zuerst als Tastzellen erscheinen. Die Empfänglichkeit für verschiedene Reizqualitäten muss sich dann durch Uebung und auf Grund der Arbeitstheilung in verschiedenen Ektodermzellen allmählich ausgebildet haben.

Die Thiere werden also ursprünglich jedenfalls Licht-, Hör- und, den anatomischen Verhältnissen nach zu schliessen, auch Riech- und Schmeckreize nicht als solche, sondern als Tastreize empfunden haben und viele von ihnen werden heute noch so empfinden — durch eine und dieselbe Art von Zellen. Später trennen sich die Aufgaben der Zellen, während diese selbst sich zu specifischer Gestaltung umbilden. Am längsten werden offenbar Tast-, Riech- und Schmeckempfindung durch dieselben Zellen zugleich vermittelt und deshalb sucht man vergebens bei vielen niederen Vielzelligen getrennte Organe gerade für diese Qualitäten.

Die Sinnesreize, als verschiedene Stufen eines und desselben Bewegungsreizes, sind es also meiner Auffassung nach, welche

1) Grenacher, Unters. über das Sehorgan der Arthropoden, Göttingen 1879.



die letzte Veranlassung zur Entstehung verschiedener specifischer Sinnesorgane gegeben haben, wie ich dies vorhin schon mit besonderer Anwendung auf die Augen aussprach.

Unmöglich konnten geschlechtliche Mischung und Auslese, konnte Variation der Keimzellen diese Umbildung der Sinneszellen und ihre Qualität hervorrufen, wenn ich auch den beiden ersteren ihren Antheil an der Vollendung der Arbeit nicht vorenthalten will. Nicht etwa zufällig bestimmt gerichtete Variation der Keimzellen, wohl aber bestimmte Abänderungsfähigkeit des Ektoblastplasmas, Fähigkeit desselben, in bestimmter Weise durch bestimmte Reize verändert zu werden, ist für die Umbildung massgebend gewesen.

Der beste Beweis hiefür und für die Bedeutung der Uebung dabei liegt mit darin, dass die höheren Sinnesorgane eben stets nur an den zur Aufnahme der betreffenden Reize am besten geeigneten Stellen des Körpers, und zwar bei verschiedenen Thieren an verschiedenen Stellen, sich ausgebildet haben, während doch die Larven ursprünglich ganz gleichartiges Ektoblast hatten, gleichwie niedere vielzellige Thiere im ausgebildeten Zustande.

Ein Beweis dafür aber, dass der Organismus auf Grund äusserer Einwirkungen nur bestimmte Umwandlungen erfahren, dass er nur in bestimmtem und beschränktem Masse äusseren Anforderungen durch Umbildung genügen kann, liegt, wie ich schon in den „Medusen"[1]) ausgeführt habe, in der Thatsache, dass die höheren Sinnesorgane (Seh- und Hörorgane) bei gar nicht unmittelbar verwandten Thieren oft ganz ähnlich gebaut sind, dies in Fällen, in welchen sie bestimmt je für sich entstanden sein müssen, weil die gemeinsamen Ahnen beider sie gar nicht besassen, ja nicht einmal die von diesen abstammenden beiderseitigen Voreltern.

---

1) S. 220 ff. Ich beziehe mich hier auf meine Beschreibung des Hörorgans der Meduse Carmarina gegenüber dem gewöhnlichen Bau des Hörorgans der cykloneuren Medusen und vieler Würmer. Vergl. meinen vorhin erwähnten Vortrag auf der Münchener Naturforscherversammlung 1877; ferner „Die Medusen" S. 222 ff.



Gewisse Quallen und Würmer haben z. B. ganz ähnliche Hörorgane, obschon dieselben bei beiden durchaus nicht von einander abstammen können — ja die Hörorgane mancher Quallen und Würmer einerseits sind sich ähnlicher als die von Quallen oder Würmern unter sich andererseits. Dasselbe gilt für andere Sinnesorgane. Man denke nur an die Augen der Wirbelthiere und der Tintenfische! Bei letzteren wiederholt sich der ganze Plan des Aufbaues der Netzhaut der ersteren, aber in umgekehrter Ausführung: im Wirbelthierauge liegt die Ausbreitung des Sehnerven nach innen von der Retina, in dem der Wirbellosen nach aussen. Bei einer Schnecke, Onchidium, aber findet man, wie Semper gezeigt hat, das Verhältniss des Wirbelthierauges. Alle drei Arten von Augen müssen also unabhängig von einander entstanden sein und sind doch aus ganz ähnlichen Theilen aufgebaut.

„Diese Thatsache", hob ich weiter hervor, „ist von ganz besonderer Wichtigkeit. Sie zeigt auf das Deutlichste, dass . . . . in Folge der Beziehung der Organismen zu bestimmten Wirkungen der Aussenwelt auch ohne jede unmittelbare Blutsverwandtschaft ganz dieselben Formen entstehen können, meiner Ansicht nach nicht etwa deshalb, weil das dem thierischen Organismus mitgegebene Material wenig bildungsfähig wäre, aber allerdings deshalb, weil offenbar mit Hülfe dieses Materials nur in geringer Variation Einrichtungen geschaffen werden können, welche einer ganz bestimmten und constanten äusseren Anforderung alle aufs Beste genügend sind."

Nach zwei Richtungen, sagte ich, 1) dass trotz des Mangels aller unmittelbaren verwandtschaftlichen Beziehungen Formähnlichkeit oder sogar Formgleichheit, und 2) dass unter derselben Voraussetzung ähnliche Formen, aber in anderer Zusammenfügung entstanden sind, bietet besonders die Anatomie der Sinnesorgane zahlreiche Beispiele dar. Weiter: „je bestimmter, schärfer und nachhaltiger und je weniger modificirt

durch dritte Momente die Einwirkungen der Aussenwelt auf ein gegebenes Organisationsmaterial ausgeübt werden, um so ähnlicher werden die Formbildungen sein können, welche sie erzeugen, selbst wenn die Blutsverwandtschaft dieses Materials keine unmittelbare ist."

„Eine solche Einwirkung ist vorhanden in jenen bestimmten, unwandelbaren physikalischen Einflüssen, welche eben die Entstehung der Sinnesorgane auf dem Boden gegebenen Bildungsmaterials und in Folge des nöthigen Bedürfnisses der Anpassung bedingen. Die Macht der Anpassung tritt hier gegenüber der Vererbung in ausserordentlichem Masse in den Vordergrund: so gewaltig die Wirkungen der ersteren schon da sind, wo die manchfaltigen kleineren Beziehungen des Lebens der Einzelwesen untereinander wechselweise in Frage kommen, so sehr diese durch wiederholte Uebung formverändernd und durch lange Uebung in bedeutendem Masse umgestaltend wirken: die Einflüsse, welche jeden Organismus auf Grund der Anforderungen seines Existenzbedürfnisses in erster Linie beherrschen, die physikalischen Einflüsse der Medien, in welchen er lebt, sie stellen einfache, aber durch keine Gegenforderung paralysirte, immer in derselben Weise mächtig wirkende Kräfte dar, welchen gegenüber von Seiten jenes gegebenen Materials nur in beschränktem Masse verschiedene Formgestaltungen angepasst sein können. Und so muss trotz der unendlichen Manchfaltigkeit im Einzelnen, im Kleinen, eine gewisse Uniformität im grossen Ganzen der Organisation bestehen; so können dieselben Schemata in der Gestaltung wiederholt auftreten, ohne dass unmittelbare Blutsverwandtschaft irgendwie dabei im Spiele wäre. Da nothwendig in der Organisation der Sinnesorgane diese mächtige, andauernde Wirkung elementarer physikalischer Kräfte am meisten

zum Ausdruck kommt, so kann es eine vergleichende Anatomie dieser Organe, welche wesentlich auf Vererbung gegründet ist, nur innerhalb meist engerer Gruppen der Thiere geben, und unter allen anderen sind gerade ihre Formähnlichkeiten am wenigsten für Feststellung phylogenetischer Beziehungen zu verwerthen."

Es sind diese Aeusserungen gegen die herrschende Sitte der vergleichenden Anatomie gerichtet gewesen, alle Aehnlichkeiten der Form mit Zwang auf Blutsverwandtschaft zurückzuführen, die in der Aussenwelt liegenden unmittelbar und mittelbar einwirkenden Verhältnisse aber unberücksichtigt zu lassen. Die hier vertretene Annahme, Nervensystem und Sinnesorgane hätten sich deshalb bei den vielzelligen (blastozoischen) Thieren aus der ursprünglichen Körperbedeckung, aus dem Ektoblast gebildet, weil die Oberhaut naturgemäss von vornherein die Beziehungen derselben zur Aussenwelt vermittelt hat, weil sie Eindrücke aufnahm und befähigt worden sein musste, auch den Anstoss zur Rückthätigkeit (Reaktion) der ersteren, zur Vertheidigung und zum Angriff zu geben, wird kein mit Entwicklungsgeschichte und Physiologie Vertrauter bestreiten. Vielleicht wird aber der wichtigste Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme durch den Nachweis der Art des ersten Auftretens eines morphologisch greifbaren Nervensystems in der Thierreihe gegeben, wie ich ihn durch das Auffinden des Nervensystems der Rippenquallen und der Medusen geführt habe.

Erste Entstehung des Centralnervensystems.

Hatte die Entwicklungsgeschichte des Centralnervensystems vor Allem der Wirbelthiere, aber auch der Arthropoden, Mollusken und Würmer längst gelehrt, dass sich dasselbe aus Ektoblastzellen bildet, welche in die Tiefe treten und sich von der Oberfläche, vom Mutterboden, abtrennen, und hatte sie weiter gelehrt, dass solche Thiere aus ähnlichen, unter sich in genetische Beziehung zu bringenden Keimblätterlarven hervorgehen, war weiter bekannt,

dass es niedere Blastozoën gibt, welche im Wesentlichen zeitlebens auf der morphologischen Stufe solcher Keimblätterlarven stehen bleiben und welche, ohne ein gesondertes Nervensystem erkennen zu lassen, doch deutlich Empfindungsvermögen und selbst Willensthätigkeit zeigen, so musste die Frage auftauchen, ob diese Fähigkeiten bei ihnen nicht im Ektoderm zu suchen seien.

So hat N. Kleinenberg die erwähnten cylindrischen Oberhautzellen, welche unten einen quergelagerten, fadenförmigen Fuss bilden, so dass eine Faserschicht zwischen Ektoderm und Entoderm entsteht, für Neuromuskelzellen erklärt[1]), d. i. für Oberhautzellen, deren äusserer Theil zur Aufnahme von Nervenreizen befähigt, während der quergelagerte Fuss muskulöser Natur sei und die von jenem aufgenommenen Reize unmittelbar in Bewegung umsetze.

Die Hydra stellt einfach einen aus diesen Neuromuskel- (d. i. Ektoderm-) und Verdauungs- (d. i. Entoderm-) zellen gebildeten, also zweischichtigen, mit Fangarmen versehenen Gastrulasack dar. Indem durch auf die ersteren erfolgende Reize unmittelbar Wirkung (Reaktion) erfolgt, handelt das Thier reflexthätig. Auf dasselbe einwirkende Reize werden unmittelbar Wirkung auslösen, und es wird unbewusst auf sie hin Bewegungen ausführen, ganz ebenso wie die Mimose auf Berührung ihrer Blätter diese zusammenzieht.

Die Frage, wie ohne ein gesondertes centrales Nervensystem, nur durch die Ektodermzellen, Willensthätigkeit geübt werden könne, welche der Hydra ausserdem unzweifelhaft zukommt, ist von Kleinenberg nicht erörtert worden. Es muss sich aber selbst bei Beobachtung der Bewegung und überhaupt des Treibens sogar mancher vermittelst ihrer Wimpern frei herumschwimmenden Thierlarven die Ueberzeugung aufdrängen, dass sie, die nur aus Ektoblast und Entoblast bestehen, bestimmte Ziele verfolgen, dass sie in einem gewissen Grade willensthätig sind. Somit muss,

1) Kleinenberg, Hydra, 1872.

abgesehen davon, ob nicht bei Hydra doch Nervenzellen irgendwo vorhanden sind, angenommen werden, dass Ektodermzellen bei niederen Vielzelligen der Sitz der Willensthätigkeit seien. Ein aus gesonderten Nervenzellen und Nervenfasern bestehendes, morphologisch greifbares Nervensystem aber musste nach allen diesen Erwägungen bei den niedersten mit einem solchen versehenen Blastozoën als Abkömmling des Ektoderms unmittelbar unter der Oberhaut und in Zusammenhang einerseits mit derselben, andererseits mit Muskeln stehen. Es musste ferner wahrscheinlich zuerst „blattförmig" über den Körper verbreitet sein.

Diese Voraussetzungen erfüllten sich durchaus durch meine Untersuchung der Rippenqualle Beröe ovatus[1]). Es erfüllte sich auch die weitere Voraussetzung, dass die Entstehung eines enger begrenzten, umschriebenen Gehirns durch allmälige Anhäufung dieser Zellen an einem oder an mehreren Punkten erfolgen werde, an solchen Punkten des Körpers, welche den Berührungen mit der Aussenwelt vor anderen ausgesetzt sind und an welchen deshalb auch die Sinneswerkzeuge sich bilden. Es erfüllten sich diese Voraussetzungen durch die anatomische Untersuchung und durch die physiologische[2]).

Das Centralnervensystem von Beroë ovatus besteht aus Nervenzellen, welche unterhalb der zarten, aus dünnen, platten Epithelzellen gebildeten Oberhaut gelegen, über die ganze Oberfläche des Körpers verbreitet, am geschlossenen Ende des eierbecherförmigen Thieres aber, in der Nähe des dort gelegenen Sinnesorganes, in grosser Zahl angehäuft sind, einmal ein Sinnesganglion und dann, darunter, den Beginn eines sich örtlich abgrenzenden, die Nervenzellen sammelnden Gehirns darstellend. Die über die Oberfläche zerstreuten Nervenzellen aber hängen durch zarte Nervenfäden einer-

---

1) Vergl. Beroë ovatus a. a. O. (1873).

2) Vergl. Th. Eimer, Versuche über künstliche Theilbarkeit von Beroë ovatus. Angestellt zum Zweck der Controle seiner morphologischen Befunde über das Nervensystem dieses Thieres. Archiv für mikr. Anat. Bd XVII. 1879.

seits mit den Oberhautzellen zusammen, andererseits mit den das Gallertgewebe durchziehenden Muskelfasern (Neuromuskelfasern).

Das Nervensystem der grossen Schirmquallen, der toponeuren Medusen ist nach meinen 1877 zuerst veröffentlichten, aber schon 1873 durch Zerschneidungsversuche [1]) vorbereiteten anatomischen Ergebnissen ebenso beschaffen, aber den Beginn von abgegrenzten Gehirnen darstellende Anhäufungen von Nervenzellen finden sich hier in der Mehrzahl am Schirmrande, wiederum in der Nähe der Sinnesorgane. Ebenda sind bei den cykloneuren Medusen zuerst bestimmt umschriebene, durch einen Ringnerven verbundene Gehirne gebildet, deren Zellen und Fasern nachweisbar von unter das Ektoderm sich zurückziehenden und mit ihm zusammenhängenden Ektodermzellen gebildet werden.

Wir haben also bei den Quallen ein blattförmig über den Körper verbreitetes Centralnervensystem, dessen Zellen je an für die Beziehung zur Aussenwelt besonders geeigneten Stellen anfangen sich anzuhäufen, zu sammeln und umgrenzte Gehirne zu bilden. Bei höheren Blastozoën, bei Würmern, Mollusken, Arthropoden, Wirbelthieren sind diese Gehirne, bezw. Ganglienknoten vollendet, aber der embryonale Zustand weist noch auf das Ektoblast, auf die Oberhautzellen als den ursprünglichen Ort ihrer Entstehung hin.

Jenes erste Auftreten aber eines morphologisch greifbaren Nervensystems in der Thierreihe, seine Bildung aus dem Ektoblast heraus, lässt sich nur erklären durch die Annahme der bleibenden Wirkung äusserer auf den Organismus thätig gewesener Einflüsse und durch deren Vererbung — durch Vererbung erworbener Eigenschaften unter Mitwirkung der Auslese.

---

1) Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg für das Gesellschaftsjahr 1873/74, Seite II; erste Sitzung am 13. Dez. 1873, und: Ueber künstliche Theilbarkeit von Aurelia aurita und Cyanea capillata in physiologische Individuen, nach einem Vortrag gehalten in obiger Sitzung. Verhandlungen der physikal.-med. Gesellschaft zu Würzburg N. F. VI. Bd. 1874.

Zufällige Variabilität des Keimplasma als massgebende Ursache erscheint auch hier vollständig ausgeschlossen.

Einiges Nähere über die vorstehend mitgetheilten Untersuchungen über das Nervensystem der Quallen und insbesondere auch über meine bezüglichen Versuche ist in der nachfolgend abgedruckten Rede „Ueber den Begriff des thierischen Individuum" enthalten; für die genaue Darstellung muss ich auf meine erwähnten Arbeiten verweisen.

Nur dies muss ich noch besonders hervorheben: Die Nervenzellen sind bei Rippenquallen wie bei Scheibenquallen (toponeuren Medusen) noch so wenig morphologisch als solche ausgebildet und erkennbar, dass man mir vorgeworfen hat, ich hätte Bindegewebszellen für Nervenzellen gehalten. Es ist aber selbstverständlich nach meiner Auffassung der Dinge eine nothwendige Forderung, dass auch Nervenzellen im Anfang der Ausbildung anderen Zellen noch ähnlich sein müssen. Es ist ja bekannt, dass auch bei höheren Thieren die Nervenzellen im embryonalen Zustand sich von anderen embryonalen Zellen nicht unterscheiden lassen. Erst die Funktion konnte auch den Nervenzellen einen bestimmten morphologischen Charakter aufprägen. So habe ich Anfangs gerade bei den Scheibenquallen vergebens nach Nervenzellen, nach Gehirnen gesucht und konnte erst durch die erwähnten Zerschneidungsversuche die Stellen finden, an welchen letztere liegen. Solche Versuche bestätigten später auch vollkommen meine Darstellung des Nervensystems von Beroë. In beiden Fällen, bei Beroë wie bei den Scheibenquallen, konnte das Vorhandensein einer Mehrzahl von Nervenzellen, bezw. von Gehirnen dadurch erkannt werden, dass die betreffenden Theile, wenn sie vom ganzen Thier abgeschnitten waren, zunächst allein noch oder doch in verhältnissmässig ausgezeichnetem Masse Lebens- (Bewegungs-) erscheinungen zeigten.

Für Beroë hatte ich, um nur dies vorläufig zu erwähnen, anatomisch eine allmälige Abnahme der Nervenzellen vom geschlossenen

Ende nach dem Rande hin gefunden. Ganz diesem Befund entsprechend verhielten sich nun die Theile des quer durchschnittenen Thieres nach ihrer Bewegungsfähigkeit. Das abgetrennte Polstück bewegte sich unmittelbar nach der Abtrennung durchaus wie ein unverletztes ganzes Thier. Je weiter nach dem Rande zu genommen, um so empfindlicher erschienen die Theile durch das Abschneiden getroffen, um so länger gebrauchten sie nach demselben um wieder Spuren von Bewegung zu zeigen, um so weniger waren sie lebensfähig.

Stellvertretendes (vicariirendes) Centralnervensystem.

Bei Gelegenheit dieser Zerschneidungsversuche aber beobachtete ich eine merkwürdige, bis jetzt einzig dastehende, für meine ganze Auffassung wichtige Thatsache.

Die Schirmqualle Aurelia aurita wurde, wenn ich ihr die sämmtlichen Hauptnervencentren herausschnitt, vollkommen bewegungslos. Nachdem ich nun aber das so verstümmelte Thier mehrere Tage in frischem Seewasser hatte liegen lassen, so begann es sich allmälig wieder zu bewegen: man sah eines Tages am Schirme zunächst zuckende, unregelmässige Bewegungen auftreten. Dieselben gingen deutlich von einer bestimmten, aber beliebigen Stelle des Schirmes aus und verbreiteten sich von da aus über den Schirm — ganz so wie sie am unverletzten Thiere von den Centralnervencentren am Rande ausgehen. Allmälig wurden die Bewegungen des Thieres regelmässig, sie erfolgten in bestimmtem Rhythmus ganz wie am unverletzten Thier, und die Qualle verhielt sich fortan durchaus wie dieses. Es hatte sich sonach ein neues Nervencentrum an Stelle der alten aus den an der Körperoberfläche zerstreut gelegenen Nervenzellen herausgebildet und die Bewegung und Leitung des Thieres in die Hand genommen. Diesen Versuch habe

ich oft mit demselben Erfolg wiederholt und habe so verstümmelte Thiere länger als acht Tage lebend beobachtet.

Die Bewegungen der Quallen sind, wie ich gezeigt habe, unwillkürliche, können aber willkürlich verlangsamt und beschleunigt, geschwächt und verstärkt werden. Unwillkürlich sind sie Athembewegungen, willkürlich vermitteln sie die Ortsveränderung.

Man kann sich das Wiederauftreten der Bewegung nun wohl nur so erklären, dass die Athemnoth in dem noch lebenden, aber unbeweglichen Thiere zuerst krampfhafte Zuckungen hervorruft, welche allmälig rhythmisch werden. Aber wie es kommt, dass sie rhythmisch werden und dass dieser Rhythmus von irgend einem Theil der über den Körper zerstreuten Nervenzellen in die Hand genommen wird, wie diese Zellen endlich im Stande sind, die Bewegungen nach Willkür zu beeinflussen, das bleibt ein Räthsel, will man nicht annehmen, dass alle Nervenzellen der Qualle als vererbte und ursprünglich erworbene Eigenschaft noch die Fähigkeit besitzen, Regierung zu üben, auch nachdem die Regierung den Nervencentren am Schirmrande übertragen ist. Ferner muss man zur Erklärung der Thatsachen annehmen, dass einzelne der Nervenzellen der Oberfläche diese Fähigkeit noch in höherem Masse behalten haben als andere oder dass sie auf Grund zufälligen, augenblicklich bedeutenderen Kräftezüstandes solch höheres Mass von ererbter Fähigkeit im gegebenen Augenblick vor anderen geltend zu machen im Stande sind. Es bedarf dann nur äusserer Reize, um diese Fähigkeit zur Wirkung zu bringen: Quallen, welche in nicht erneuertem, sauerstoffarmem Wasser nach der Operation liegen gelassen waren, erholten sich nicht wieder.

Einen besonderen Versuch, welcher hierher gehört, muss ich noch anführen [1]). Zur Erläuterung füge ich der Beschreibung

---

1) Es ist derselbe als Versuch D auf S. 81 ff. der „Medusen" beschrieben. Vergl. dazu im Folgenden Fig. 5. Die gestreiften Radiallinien gehen dort am Rande auf die After.

hinzu, dass bei Aurelia aurita, auf welche der Versuch sich bezieht, je in der Mitte zwischen zwei Randkörpern ein After liegt.

Am 29. August 12 Uhr Mittags schnitt ich von zwei Ohrenquallen im Durchmesser von 18 cm der einen die Randkörper, der anderen die After mit Umgebung aus. Die erstere ist nach der Operation durchaus regungslos, die zweite zieht sich wie gewöhnlich zusammen. Nur wenn ich mit Nadeln in jene einsteche, zeigen sich Zuckungen — leichte, unvollkommene Zusammenziehungen an ihr.

2. Tag. 30. August, 11 Uhr Mittags: das der Randkörper beraubte Thier (*O*) liegt flach ausgebreitet, die übrig gebliebenen Theile des Randes etwas nach aufwärts geschlagen regungslos da. Selbst auf Stiche mit der Nadel reagirt es nur äusserst schwach. Das andere Thier (*M*), welchem ich die After ausgeschnitten, zieht sich wie gestern lebhaft zusammen. Die ausgeschnittenen (Randkörper-) Stückchen von *O* ziehen sich, wie gestern, unmittelbar nach ihrer Loslösung lebhaft zusammen, die ausgeschnittenen (After-) Stückchen von *M* haben im Gegensatz zu jenen das frische Aussehen verloren, sie sind nicht mehr prall, sondern schlapp und dünn — sie scheinen todt zu sein, denn auf Reize regen sich nicht einmal mehr Tentakel an ihnen.

3. Tag. 31. August: *M* zieht sich (im alten Wasser) auf das Kräftigste zusammen, mindestens 10 mal in der Minute, gewöhnlich aber viel häufiger. An *O* ist auch heute keine einzige Zusammenziehung wahrzunehmen.

4. Tag. 1. September, 12 Uhr: *M* zieht sich (im alten Wasser) lebhaft zusammen. *O* macht nach 2½, 1¼, 1½ Minuten je eine leichte Zusammenziehung, aber ausschliesslich mit 2 bestimmten der 8 Afterlappen und zwar mit beiden gleichzeitig. Die übrigen sechs bleiben vollkommen ruhig. Sticht man mit einer Nadel etwa in die Mitte des Thieres, so ziehen sich dieselben zwei Lappen, welche auch willkürliche Zusammenziehung zeigen, stark zusammen, nur schwach aber einige der übrigen, während noch gestern keine selbständige Bewegung und auf Reiz nahezu keine Reaktion an dem betreffenen Thiere zu beobachten war — die Qualle hat sich also, a b e r n u r i n

einzelnen Theilen erholt: in diesen Theilen müssen sich Ersatzcontractionscentren gebildet haben, deren Wirkung sich nicht über den Bereich derselben hinaus erstreckt. — Im Uebrigen liegt die Qualle flach ausgebreitet da, während *M* sich vollständig glockenähnlich bei den Zusammenziehungen gestaltet. $^3/_4$ Stunden nach Zusatz von frischem Wasser zieht *O* je nach 2, $1^1/_2$, $1^1/_2$ Minuten dieselben zwei Afterlappen zusammen wie vorhin. *M* zieht sich sehr lebhaft zusammen. Beide verhalten sich nahezu ebenso wie im alten Wasser.

5. Tag. 2. September: *M* zieht sich im alten Wasser lebhaft zusammen, *O* liegt ruhig und beginnt sich aufzulösen; ganz sind nur noch die zwei Afterlappen, welche sich gestern noch durch willkürliche Zusammenziehungen auszeichneten. Die übrigen Afterlappen sind aufgelöst, mit Ausnahme von zweien, von welchen noch Stücke vorhanden sind.

6. Tag. 3. September $8^1/_2$ Uhr Morgens: Es leben nur noch einige der ausgeschnittenen Stückchen von *O*, welche mit Randkörpern versehen sind, alles Andere ist in Auflösung begriffen. — Verwesung im Gefässe, daher ist auch wohl *M* so rasch abgestorben.

7. Tag. 4. September: Die Ausschnitte mit Randkörpern, welche gestern am Leben waren, leben noch, sind übrigens ganz schmale ($^3/_4$ cm breite) Streifen geworden, stellen nur je einen Randkörper dar mit daranhängenden Stückchen des Schirmrandes.

8. Tag. 5. September: Ein Stückchen des Randes mit Randkörpern lebt noch und zieht sich zusammen, trotzdem das Wasser durch eine die Nacht über mit ihm darin befindliche verwesende Qualle gänzlich verdorben ist.

Es haben also hier in zwei Stücken eines im Uebrigen absterbenden Thieres zwei neue Nervencentren die Herrschaft ergriffen und diese Nervencentren veranlassten auf Reizung des übrigen noch lebenden Theils des Körpers Zusammenziehung der von ihnen beherrschten Afterlappen ganz ebenso, wie

24*

dies sonst die „Gehirne" der dazwischen gelegenen Theile des unverletzten Thieres thun!

Als bemerkenswerth mag hier auch mitgetheilt werden, dass die Scheibenquallen stets in der Weise allmählich absterben, dass die Gehirne mit Umgebung am längsten übrig bleiben — es stirbt so Aurelia aurita allmählich ab, bis zuletzt noch 8 kleine Stückchen mit den Nervencentren übrig sind [1]), und ebenso stirbt Beroë allmählich nach dem geschlossenen Pole zu ab, in welchem die meisten Nervenzellen liegen. Schnitt ich aber eines der acht Gegenstücke (Antimere) der Ohrenqualle, welches in der Mitte seines unteren Randes einen Randkörper enthielt, heraus, so erfolgte das Absterben in der durch die beigegebene Abbildung [2]) erläuterten Weise: es geschah zuerst in der Mitte dieses Radialstückes und schritt allmählich nach oben und nach unten fort, bis zuletzt nur das kleine den Randkörper enthaltende, besonders abgebildete Stückchen übrig blieb. Und weiter verkleinerte sich auch dieses immer mehr gegen den Randkörper hin.

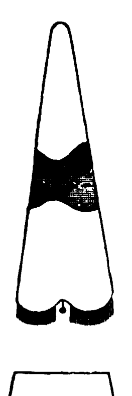


Fig. 2.

Die Thatsachen, welche die Zerschneidung von Beroë an die Hand gibt, sprechen noch mehr zu Gunsten meiner Auffassung von der Entstehung von Ersatznervencentren.

Die Ortsveränderung der Rippenquallen geschieht durch nach einer bestimmten Richtung vor sich gehendes Schlagen von kleinen, aus zusammengewachsenen Wimperhaaren entstandenen Ruderchen (Schwimmplättchen), eine Bewegung, welche wiederum unwillkürlich und willkürlich stattfinden kann.

---

1) „Die Medusen", S. 80 u. ff.

2) Aus „Die Medusen" Abbildung 10, wo S. 61 ff. Weiteres über das Absterben mitgetheilt ist. Das gestielte Knöpfchen stellt den Randkörper dar.

Die Theilstücke nun verhalten sich bei diesem Thiere alle nach einiger Zeit durchaus wie vorher das Ganze: man kann keinen Unterschied in ihrer Thätigkeit gegenüber diesem erkennen — die Ruderchen schlagen offenbar nach Willkür auch an den Theilstücken.

Somit müssen bestimmte Nervenzellen auch hier von Neuem die Leitung in die Hand nehmen. Dies geschieht aber, wie aus dem Mitgetheilten hervorgeht, um so rascher, je mehr solcher Zellen im Theilstück vorhanden sind — unmittelbar nach der Abtrennung bewegt sich nur das Polstück weiter wie das unverletzte Thier.

Es führen die vorstehenden Ergebnisse zu der Schlussfolgerung, dass zur Erklärung der Ausübung von Willensthätigkeit ein körperlich umschriebenes Nervensystem nicht durchaus nothwendig ist. Es könnte einheitliche Leitung auch dann stattfinden, wenn die Nervenzellen über die ganze Körperoberfläche gleichmässig zerstreut wären, ohne ständigen Centralpunkt. Das ist der ursprüngliche Zustand gewesen und der noch frühere der, dass der Sitz auch der Willensthätigkeit in den Ektodermzellen war. Dies ist noch heute der Fall bei den zweischichtigen freischwimmenden, Willensthätigkeit zeigenden Larven, und auch für die Thätigkeit z. B. der Hydra brauchen besondere Nervenzellen nicht nothwendig vorhanden zu sein. Man hat solche Zellen in der letzten Zeit hier nachweisen wollen, aber es scheint mir dieser Nachweis einstweilen noch nicht sicher zu stehen. Die Thatsache, dass jedes Stückchen einer beliebig zerschnittenen Hydra sich verhält wie ein ganzes Thier, bezw. dass es zu einem Ganzen heranwächst, dass selbst ein Stückchen eines ihrer Fangarme dies thut, weist darauf hin, dass morphologisch begründete Centralisation hier kaum vorhanden sein kann.

Wie einheitliche Willensleitung auch bei einer Mehrheit von Gehirnen stattfinden kann, beweisen übrigens sehr schön die Medusen. Ich habe gezeigt, wie die acht Gehirne der Ohrenqualle im Sinne einheitlicher Thätigkeit wirken: der Anstoss zu dieser

Thätigkeit geht stets von einem der Gehirne aus und trägt sich blitzschnell auf die andereren über — bald ist es dieses, bald jenes, welches den Anstoss gibt — dabei soll nicht ausgeschlossen sein, dass alle acht zu gleicher Zeit thätig sein können, ja dies ist zum Zwecke der Ausführung gewisser Bewegungen sogar wohl nothwendig.

Ob es sich nun an einem Thier um acht solche Centralpunkte für die Nerventhätigkeit handelt oder um tausende — um ebensoviele, wie Nervenzellen oder Ektodermzellen an oder auf dessen Oberfläche liegen, bleibt sich vollkommen gleich. Nehmen wir an, Hydra habe keine besonderen Nervenzellen, so kann der Anstoss zur Thätigkeit bald von der, bald von jener Ektodermzelle oder Gruppe von Ektodermzellen ausgehen und sich von da — weil noch keine Nerven vorhanden sind, durch die unmittelbare Berührung — auf die Nachbarn verbreiten und sich sofort auch allen Muskelfortsätzen mittheilen.

Nur dadurch, dass nun eben bestimmte Ektodermzellen oder Gruppen von solchen häufiger in Berührung mit der Aussenwelt kamen und Erfahrungen sammelten oder dass sie ihrer günstigen Lage nach geeignet waren, den Mittelpunkt für die Thätigkeit einer grösseren Anzahl von benachbarten Zellen zu bilden, konnten Gehirne, bezw. konnte ein Gehirn entstehen — durch Vererbung erworbener Eigenschaften.

Die Zellkerne als Nerven-Centralorgane.

Wenn aber die einzelnen Ektodermzellen derart, wie es die hier vertretene Ansicht verlangt, im Stande sein sollen, den Anstoss zu Willensthätigkeit zu geben, so wird in ihnen eine Einrichtung gesucht werden müssen, welche als Centralapparat der Nerventhätigkeit wirkt, und diese Einrichtung kann nur der Kern sein.

Damit komme ich auf die früher angedeutete Frage zurück, ob nicht auch der Kern der Einzelligen als ihr nervöses Centralorgan auf-

zufassen sei. Denn die Blastulalarve ist ja, wie die Volvoxkolonie, nur eine Summe von einzelligen Wesen. Und jene Frage wird in bejahendem Sinne von diesem Standpunkte aus gestützt durch zahlreiche Thatsachen, welche in meinen Arbeiten über Beroë und über die Medusen schon hervorgehoben sind. Ich habe dort den Kern überhaupt als das Centralorgan der Zelle in dem Sinne eines Anregers und Leiters ihrer Lebensvorgänge, als ihr „Lebensorgan" bezeichnet, in der thierischen Zelle zugleich als das nervöse Centralorgan.

Es führte mich zu dieser Ansicht zunächst die grosse Rolle, welche die Kerne im Nervensystem überall spielen: sie sind in den Nervenzellen der wesentliche Theil, nicht das Plasma; dieses dient nur der Leitung [1]). Daher auch die ausserordentliche Grösse der Kerne in den Ganglienzellen aller Thiere mit irgend höher ausgebildetem Nervensystem.

Zweitens drängt zu dieser Annahme die Bedeutung der Kerne in den Nervenfasern der niederen vielzelligen Thiere, indem sie, wie ich z. B. bei Beroë gezeigt habe, in diese Fasern von Stelle zu Stelle, von sehr wenig Plasma umgeben, eingeschaltet sind, dergestalt, dass ein durch das Kernkörperchen gehendes Nervenfädchen Kern um Kern verbindet. So erscheinen diese ersten Nerven als Ketten von Kernen, welche durch leitende Fäden verbunden sind, ähnlich der zwischen mehreren Fernsprechstationen befindlichen Leitung, zu dem Zwecke der Erneuerung, bezw. Verstärkung des Leitungsstromes von Stelle zu Stelle — eine Einrichtung, welche offenbar ebenso die in die Nerven eingeschobenen Ganglienknoten bei den höheren Thieren, z. B. die Spinalganglien, darstellen, zugleich mit dem Zwecke der Kreuzung der Leitungsdrähte [2]).

Drittens treten, wie ich finde, auch in den Sinneszellen der Quallen Nervenfädchen durch das Kernkörperchen hindurch und

---

1) Schon in den Nervenzellen von Quallen (Carmarina hastata, besteht das Zellplasma deutlich aus leitenden Fäden (Medusen Taf. VIII) Fig. 8 u. 10) und dasselbe ist leicht z. B. an den Nervenzellen aus dem Gehirn der Weinbergsschnecke zu sehen.

2) vergl. Beroë Taf. VIII Fig. 72, Medusen Taf. XI Fig. 9.

setzen sich, wie erwähnt, z. B. in die Geisselhaare fort oder sie endigen in den Kernen der Oberhautzellen [1]). Dasselbe gilt für die Sinneszellen höherer Thiere.

Viertens endigen überhaupt die Nerven vielfach in Kernen auch von Zellen, welche keine Sinneszellen sind, und die Zukunft wird solcher Nervenendigungen gewiss noch sehr zahlreiche aufweisen.

Ich erinnere nur an die Nervenendigungen in der Hornhaut, in Muskelzellen u. s. w., und aller Wahrscheinlichkeit nach gilt dasselbe, wie früher bemerkt, für die Flimmerzellen, wo die Flimmerhaare sich in feine Fäden fortsetzen, die wohl durch den Kern gehen und die Fortsetzung von Nervenfädchen sein werden.

Endlich beginnen die leitenden Nervenfädchen offenbar im Kernkörperchen der Nervenzellen, indem sie strahlig von ihm aus in den Kern hineintreten und dann ein Fasernetz in demselben bilden. Ganz die gleichen feinen Bauverhältnisse zeigen sich andererseits in Kernen, in welchen Nervenfäden endigen, am deutlichsten eben bei Quallen, aber auch bei höheren Thieren. Ich halte den sogenannten Eimer'schen Körnchenkreis, welcher mit am deutlichsten in zahlreichen Nervenzellen zu erkennen ist, für den Ausdruck der Umbiegungsstellen jener strahligen, aus den Kernkörperchen kommenden Fäden in das wirre Fadennetz der Kerne [2]).

Dieses Fadennetz im Kern — und damit komme ich auf die besondere Bedeutung des Vorstehenden für unsere Frage — muss ebenso wie damit zusammenhängende Fäden im Zellinhalt wirklich nervöser Natur sein, und so verhält sich die Sache unzweifelhaft in den Ganglienzellen der höheren Thiere: man untersuche nur z. B. das Gehirn einer Weinbergsschnecke. Bei den Medusen schon sind (in den Randkörpern) feste, nur der Nervenleitung dienende Bahnen

---

1) Medusen Taf. IV Fig. 1, 7, 21, Taf. XIII Fig. 9 u. a.

2) vergl. „Die Medusen" Taf. VIII Fig. 6, 7, Taf. IX Fig. 10 n, Taf. XI Fig. 10. Beroë Taf. VIII, bes. Fig. 82, und „Weitere Nachrichten über den Bau des Zellkerns etc." a. a. O. Taf. VII.

von ausserordentlicher Feinheit entstanden[1]) — dieselbe „Punktsubstanz" ist im Gehirn der höheren Thiere der Ausdruck eines die Zellen verbindenden Fadennetzes so feiner Art, dass seine Wcge wohl stets unentwirrbar bleiben werden. Aber diese Nervenbahnen müssen aus einfachen Bahnen gewöhnlichen Plasmas hervorgegangen sein und solches Plasma stellen sie noch in den Zellen dar, welche nicht specifische Nervenzellen sind.

Aus solchen Plasmabahnen muss sich durch die Uebung der Nervenleitung und durch Vererbung der dadurch erworbenen Fähigkeiten wirkliche Nervensubstanz gebildet haben in unendlich feiner gesetzmässiger Verbindung. So, nur durch Veränderung des ursprünglichen gewöhnlichen Plasma in Folge von fortgesetztem Gebrauch im Sinne der Nerventhätigkeit muss sich dieses Plasma allmählich zu Nervensubstanz umgebildet haben, müssen leitende Nervenfasern und müssen Nervenzellen entstanden sein. Beliebige Variation des Keimplasma kann unmöglich so wunderbar feine, den Beziehungen des Organismus zur Aussenwelt ausschliesslich dienende morphologische und physiologische Eigenart hervorgerufen haben. Diese muss durch äussere Einwirkung und durch Uebung entstanden sein.

Auch in den Keimbläschen der Eizellen haben wir jene Fadennetze, sogar mit der strahligen Anordnung gegen den Keimfleck zu. Was später specifische Nervenbahn werden kann, ist ursprünglich Ernährungsbahn, welche strahlig zu einem Mittelpunkt gehend, bezw. von ihm ausgehend den Forderungen grösster Zweckmässigkeit entspricht. In den Plasmaströmen von Pflanzenzellen, z. B. in den Haaren von Tradescantia, sehen wir den Beginn dieser Gestaltung typischer Plasmafäden: wie von einer geheimen Kraft getrieben, strömt das Plasma — ebenso wie auch z. B. im Körper der Foraminiferen — nach dem Mittelpunkte hin und wieder von ihm weg, hin zum Kern, dem „Anreger und Leiter der Lebensvorgänge" in der

---

1) Vergl. „Die Medusen" Taf. IV Fig. 2, 6, 13, 14 u. a.

Zelle. Solche zuerst flüssigen Bahnen wurden zu festen und da, wo sie Nervenreiz zu leiten hatten, schliesslich zu Nervenbahnen.

Dieselben Fadennetze im Kern der Keimzellen, im Keimbläschen hält dagegen Weismann für das Idioplasma, d. i. für die feste Substanz, welche die Eigenschaften der Art von Geschlecht zu Geschlecht vererben soll.

Schon in den „Medusen" habe ich darauf Gewicht gelegt, dass eine ähnliche ausserordentliche Grösse der Kerne wie in den Ganglienzellen nur noch in den Eiern der Thiere vorkommt und habe „die hervorragende Rolle, welche der Kern in den Eiern und auch in den Samenfäden spielt", die „grosse Bedeutung, welche diese Theile als Vermittler einer ungeheuren Entwicklung haben", verständlich zu machen gesucht durch die Erklärung, dass die Kerne als die Anreger dieser Entwicklung auftreten, „eine Annahme, die in neuesten Beobachtungen bedeutende Stützen findet." (1878.)

Ursprünglich haben auch die vielzelligen Thiere keine eigenartigen Nervenleitungsbahnen gehabt. Vielleicht besorgt noch in den Ektodermzellen der Hydra ein gewöhnliches Plasmafadennetz die Leitung von Zelle zu Zelle, von Kern zu Kern.

Entstehung der Nervenfasern. Wechselvertretung (Vicariiren) derselben.

Einen deutlicheren Ausdruck aber findet die Uebung der Nerventhätigkeit morphologisch zuerst in den Ektodermzellen in der Richtung durch die Länge dieser Zellen hindurch zu den damit in Verbindung stehenden Nerven, bezw. Muskeln. In den in Nervenfäden übergehenden Ektodermzellen auf dem Nervenring der Medusen z. B., ebenso wie im reizaufnehmenden Theil von Neuromuskelzellen, ist das Zellplasma, wie ich schon erwähnt habe, längsgestreift durch Umbildung des Inhalts in feinste Fädchen, welche im ersteren Falle unmittelbar zu Nervenfädchen werden, im letzteren auf den Muskel-

theil der Zellen zustreben, nachdem sie wohl überall mit dem Kern in Verbindung getreten sind — Verhältnisse ganz wie die bei den Flimmerzellen beschriebenen — also Nervenbahnen, welche durch Uebung aus dem Plasma gewöhnlicher Epithelzellen hervorgegangen sind [1]).

Nach dem Vorstehenden müssen die Nerven von Zoophyten ursprünglich aus Ketten von Zellen bestanden haben, deren Ursprung im Ektoblast zu suchen ist. Dieselbe Entstehungsweise ist auch für die Entwicklung der Nerven der höheren Thiere die wahrscheinlichste. Im Gallertgewebe von Schirmquallen, z. B. bei Aurelia aurita, findet man, dass die dort vorkommenden amöboiden Zellen sich oft derart aneinander reihen, dass sie, neben festgefügten, übrigens höchst primitiven Nervenfasern, Ketten durch die Gallerte von einer Wand zur andern bilden. Ich möchte vermuthen, dass es sich hier um Ueberreste ursprünglichster Nervenleitung im Körper vielzelliger Thiere handelt. Die ursprünglich wandelbaren Bahnen würden durch fortgesetzte gleichgerichtete Leitung zu bestimmten geworden sein und durch solche Leitung wird, nach den geschilderten Verhältnissen der Neuro-Ektodermzellen zu schliessen, auch der aus feinen Fäden zusammengesetzte Axencylinder der Nerven der höheren Thiere entstanden sein.

Die Nerven der cykloneuren Medusen, welche gleichfalls Ketten von Nervenzellen darstellen, bilden sich dagegen heute so, dass die sich theilenden Ektodermzellen von vornherein durch Nervenfäden, in welche sie sich ausziehen, in Zusammenhang bleiben. Dadurch entstehen die bei diesen Thieren in Nervenfäden eingeschalteten Ganglienzellen.

Bei Gelegenheit der Zerschneidungsversuche an Quallen machte ich eine hierher gehörige Beobachtung über Wechselvertretung von Nervenfasern. Es handelte sich damals für mich darum, nachzuweisen, ob bei den Scheibenquallen (toponeuren Medusen)

---

1) vergl. „Die Medusen“ Taf. XII Fig. 8, 12, Taf. XI Fig. 6 u. a.

am Schirmrande oder in der Nähe desselben ein Nerv (Ringnerv) vorhanden sei. Zu diesem Zwecke schnitt ich in diesen Rand bei einer Aurelia aurita je zwischen zwei Randkörpern mit der Scheere 1 cm tief ein, um zu sehen, ob jetzt die sonst so augenfällige Abhängigkeit der Bewegung der 8 Zonen des Schirmes von einander, mit anderen Worten, ob die Coordination der die Bewegung anregenden Thätigkeit der einzelnen Gehirne nun noch fortbestände oder nicht. Als die Abhängigkeit vollkommen fortdauerte, schnitt ich an einer anderen Ohrenqualle die ganze Kuppe in solchem Umfange aus, dass ein zusammenhängender Randring von $1^1/_2$ cm Breite sich bildete, welcher nun die sämmtlichen 8 Gehirne enthielt[1]). Dieser Ring schwamm nach einer Pause, welche sich nach allen solchen Operationen wie als der Ausdruck einer kurzen Bestürzung an den Thieren zeigte, rhythmisch sich zusammenziehend gleich einem ganzen Thier umher, die Kuppe dagegen sank wie todt zu

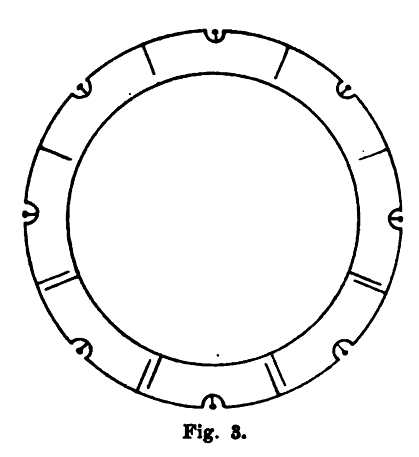


Fig. 3.

Boden. Darauf schnitt ich in den äusseren Rand dieses Ringes überall in der Mitte zwischen je 2 Nervencentren 1 cm tief ein, so

1) Die folgende Abbildung ist ebenfalls den „Medusen“, S. 31, entnommen.

dass die einzelnen je eines der letzteren tragenden Reste der 8 Gegenstücke (Antimere), aus welchen das ganze Thier besteht, nur noch durch 8, dem Innentheile des Ringes angehörige Substanzbrücken von $^1/_2$ cm Breite verbunden waren: die Abhängigkeit der Bewegung der einzelnen Theilstücke dauerte nach wie vor fort. Dasselbe Verhältniss blieb, nachdem ich die Schnitte zwischen der Hälfte der Ringstücke bis auf die Dicke eines feinen Bindfadens weitergeführt hatte. Zwischen den vier übrigen Ringstücken verlängerte ich nun die Schnitte ebensoweit, führte aber darauf dicht neben jedem derselben noch einen Schnitt von innen nach aussen bis kurz vor den natürlichen Schirmrand hin. Dadurch waren drei Randstücke nur noch durch je eine wenige mm breite rechteckige Gewebsbrücke untereinander und die beiden äusseren derselben mit den nach aussen von ihnen gelegenen Nachbarn durch ebensolche Brücken in Zusammenhang und zwar unmittelbar nur in der Richtung einer der beiden Diagonalen dieser Stückchen. Jetzt war die Abhängigkeit der Zusammenziehungen der betreffenden Theile untereinander unsicher und zwar um so mehr, je schmaler die verbindende Gewebsbrücke geworden war. Dadurch ist bewiesen, dass nicht ein Ringnerv, sondern dass die feinen, das Gallertgewebe in verschiedenen Richtungen durchziehenden Nervenfäden die Verbindung zwischen den einzelnen Nervencentren herstellen, Nerven also, welche wiederum nicht entfernt die morphologischen Eigenschaften gewöhnlicher Nerven haben, welche vielmehr eher wie bindegewebige Fasern aussehen und welche noch nicht zu Bündeln, zu eigentlichen Nervensträngen verbunden sind.

Wiederholt beobachtete ich nun, dass sich die durch die Schnitte aufgehobene Verbindung der einzelnen Ringstücke nach einiger Zeit wiederherstellte: es mussten demnach jetzt Nerven den Zusammenhang vermitteln, welche vorher dabei unthätig gewesen waren, es mussten Nervenfäden für andere eingetreten sein, für sie „vicariiren“[1]).

---

1) Vergl. „Die Medusen“ S. 31. Zu Ergebnissen, welche solches

Aehnliches ergaben mir Versuche an Beroë[1]). Vorhin habe ich kurz darauf hingewiesen, dass auch bei diesem Thiere nach Abschneiden einzelner Theile neue Centralleitung in denselben aufgetreten sei. Ich komme auch auf diese Thatsachen noch einmal zurück, indem ich meine Versuche kurz schildere.

Versuch A. Ich schnitt 5 Beroë's in der Weise zweimal quer durch, dass drei gleich hohe Theile aus jeder derselben gebildet wurden, deren oberes (*A*) den Afterpol, oder besser Sinnespol

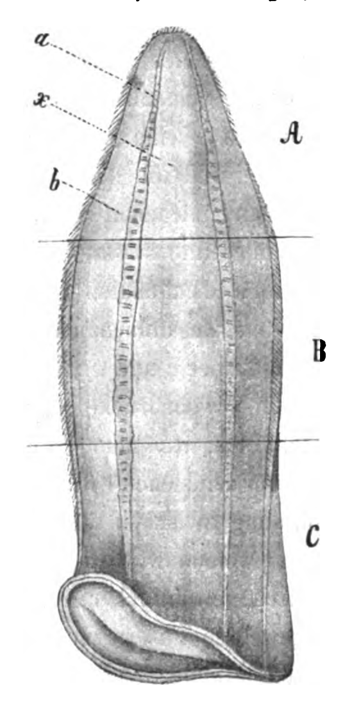


Fig. 4.

mit der grössten Anhäufung von Hirnzellen, deren unteres (*C*) den Mundpol enthielt, während das dritte (*B*) den mittleren Abschnitt des Körpers darstellt.

Vikariiren der Nervenfasern bei Medusen nachweisen, ist auch Romanes gekommen: Philos. Transact. Roy. Soc. Vol. 166 u. 167.

1) Archiv f. mikr. Anat. Bd. XVII.

Mit der Durchschneidung hörte in allen Theilen die Bewegung der Ruderplättchen vollkommen auf, begann aber nach kurzer Zeit in allen denen, welche den Sinnespol enthielten, wieder. Bald darauf trat sie auch in solchen auf, welche *B* und *C* entsprechen, hörte aber hier nach einiger Zeit wieder auf, während sie in *A* fortdauerte.

Als ich nach 4 Stunden von Neuem nachsah, fand ich fast alle Theile wieder in lebhafter Bewegung: *A* bewegte die Ruderchen allerdings am lebhaftesten und einige *B* und *C* entsprechende Theile zeigten keine Bewegung.

Darauf schnitt ich von diesen verschiedenen Theilen der Thiere kleine Stückchen ab. Die Schwimmplättchen dieser Stückchen waren unmittelbar nach der Operation durchaus bewegungslos, nach zwei Stunden aber fand ich auch bei ihnen wieder lebhafte Bewegung.

Am zweiten Tag waren die Ruderchen fast überall, besonders auch an den kleinen Stückchen, wieder lebhaft thätig — abgesehen von einigen der letzteren. Am dritten Tage zeigten alle lebhafte Bewegung.

An dem den mittleren Theil einer Beroë darstellenden Rohrstücke zeigte sich die eigenthümliche Erscheinung, dass die Ruderplättchen einer Reihe in umgekehrter Richtung schwangen als diejenigen der übrigen und zwar geschah die Bewegung hier nicht minder lebhaft wie dort und wie dort in rasch aufeinanderfolgenden Wellen. Ueberall sonst war an den Theilstücken Bewegung in derselben Richtung zu beobachten, in welcher die Plättchen am ganzen Thiere schwingen: die Wellen gehen vom Sinnespole aus mundwärts.

Wir haben in dieser Umkehr der Richtung der Ruderplättchen einer einzelnen Reihe eines Stückes von Thier, während die übrigen normal schwingen, einen sehr merkwürdigen Fall von selbstständiger, der übrigen entgegengesetzter Nerventhätigkeit in einem Theilstücke eines Thieres, also Funktionsumkehr. Uebrigens sah ich wiederholt

an dem ausgeschnittenen röhrenförmigen Mittelstück einer Beroë, dass die Bewegung an einem und demselben Radius bald nach der einen, bald nach der anderen Richtung gehen konnte.

Vielfache Wiederholung solcher Versuche ergab im Uebrigen dasselbe: immer hörte die Bewegung der Ruderplättchen nach der Durchschneidung einen Augenblick oder minutenlang, zuweilen selbst während einiger Stunden in den Theilstücken des Thieres auf, ohne Ausnahme aber trat sie wieder ein und zwar immer zuerst in dem den Sinnespol tragenden Stücke und erst später in den übrigen. Gewöhnlich war sie in jenem nach ihrem Auftreten früher wieder zu der Lebhaftigkeit gediehen, welche sie am ganzen Thiere gehabt hatte, als an anderen Körperabschnitten — ja an manchen dieser anderen Abschnitte oder an Stückchen derselben blieb die Bewegung beständig langsamer, auch wohl unregelmässiger, als sie am ganzen Thiere gewesen war: die meisten Theilstücke dagegen erholten sich vollkommen und des Sinnespols entbehrende Hälften von Beroë schwammen gewöhnlich bald durchaus wie ein ganzes Thier umher, auch in derselben Richtung wie dieses, die Mundöffnung voran, reagirten auf Reize vollkommen wie ganze Thiere, und schienen ihnen, was psychisches Vermögen anbetrifft, nicht nachzustehen. Auch vermag ein solches Theilstück wie ein ganzes Thier nach Belieben die Bewegung irgend einer Schwimmplättchenreihe aufzuheben. Wie dort beginnt diese Bewegung in der Regel auch an den Theilstücken an dem dem Sinnespol zugewendeten Wundrande und geht mundwärts. In seltenen Fällen sah ich jedoch, dass sie da oder dort im Verlaufe der Schwimmplättchenreihe begann.

Es unterscheiden sich diese an Beroë gewonnenen Ergebnisse von den an den Medusen erzielten darin, dass hier die Lokalisirung der centralen Nerventhätigkeit weiter vorgeschritten ist als dort, womit auch meine histologischen Befunde vollkommen

übereinstimmen. Bei Beroë ist noch in höherem Masse die gesammte Körperoberfläche als Gehirn aufzufassen, die stärkere Anhäufung der Hirnzellen im Sinnespole ist dort eine viel mehr allmähliche weniger abgegrenzte als bei den Medusen in den Randkörpern. bei diesen konnte ich durch einen Nadelstich in je eines der acht Nervencentren Bewegungslosigkeit hervorrufen, bei Beroë ist dies nicht möglich. Bei Beroë bewegen sich abgeschnittene Theilstücke bald wieder, bei Aurelia aurita war die Bildung eines Ersatznervencentrums aus solchen Zellen nothwendig, welche centrale Nervenfunktion wohl sonst nicht mehr oder nur in schwächstem Masse mit üben, und daher trat jene Bildung auch so selten und unter Erscheinungen auf, welche die schwerfällige Anfangsübung des Apparates auf das Deutlichste vor Augen führte. Bei Beroë dagegen erfolgt die selbständige Thätigkeit der Theile sehr bald und von vornherein mit viel grösserer Sicherheit. Beroë nimmt also in Beziehung auf das Nervensystem einen viel embryonaleren Standpunkt ein als die behandelten Medusen.

Versuch B. An einer Beroë durchtrennte ich eine der Schwimmplättchenreihen sammt ihrer Unterlage, indem ich etwa 2 cm unterhalb des Sinnespols, in der Höhe von x, Fig. 4, in den Körper des Thieres mit der Scheere einschnitt. Die Bewegung der Ruderplättchen hörte einen Augenblick am ganzen Thiere auf. Dann trat dieselbe zuerst wieder an den unverletzten Schwimmplättchenreihen ein, darauf im oberen Abschnitte der durchschnittenen Reihe (a) und zuletzt in deren unterem Abschnitte (b). Nachdem sie überall wiederhergestellt war, liess sich erkennen, dass sie in beiden Bezirken oberhalb und unterhalb des Schnittes der operirten Reihe unabhängig stattfand. In a wie in b war sie lebhaft, ja in b konnte sie lebhafter auftreten als in a. Die Richtung geschah in beiden Abschnitten mundwärts, die Bewegung zeigte die normale, rasche Aufeinanderfolge von Wellen, wie sie am unverletzten Thiere zu beobachten sind. Die Thatsache, dass letztere in beiden Abschnitten unabhängig war,

liess sich nicht nur durch den Augenschein feststellen, sondern auch ganz besonders noch durch den folgenden Versuch: Berührte ich leicht mit einer Nadel den oberen Abschnitt der Ruderplättchenreihe a, so hörte in demselben sofort die Bewegung auf einen Augenblick auf, während sie in b ganz wie vorher fortdauerte — und ganz ebenso konnte sie durch Berührung des unteren Abschnittes in b aufgehoben werden, während sie in a fortdauerte. — Hatte nach der Operation die Wellenbewegung in der Weise stattgefunden, dass die Wellen in a vom oberen Pole bis zur Schnittfläche liefen und sich nicht über x fortsetzten, während unterhalb von x ganz selbständige Wellen, unabhängig von den in a herablaufenden, begannen und mundwärts zogen, so hatte es 8 Stunden später für das Auge den Anschein, als ob der Zusammenhang zwischen a und b wiederhergestellt sei, als ob zusammenhängende Wellen, von der Gegend des Sinnespols ausgehend, durch a über x nach b und bis gegen den Mundrand hin sich fortpflanzten. Es zeigte sich aber, dass, wenn b mit der Nadel berührt wurde, die Bewegung in diesem Abschnitte eingestellt wurde, nicht aber in a. Also war ein gewisser Grad von Unabhängigkeit in der Thätigkeit beider Theile doch noch vorhanden. Berührte ich dagegen a ebenso wie vorhin b, so wurde die Bewegung in a nicht mehr allein eingestellt, sondern in a und in b. Demnach war der Zusammenhang doch nahe völliger Wiederherstellung. Drei Stunden vorher war es noch möglich gewesen, durch Berührung auch die Bewegung in a allein einzustellen.

Gegen Abend durchschnitt ich auch die sieben übrigen Schwimmplättchenreihen, indem ich von dem ersten Einschnitt aus einen leichten Zirkelschnitt um den ganzen Körper herumführte. Die Bewegung der Schwimmplättchen hörte jetzt am ganzen Thiere auf, zeigte sich aber alsbald wieder an dem schon heute früh operirten Radius und nach einiger Zeit auch an allen Radienstücken der

Kuppe, zuletzt an den oralen Abschnitten der Radien — allein hier unregelmässig und wenig lebhaft.

Am zweiten Tage Morgens 10 Uhr traf ich alle Schwimmplättchen des gestern operirten Thieres in lebhafter Bewegung. Ein vollständiger Zusammenhang zwischen den oralen und den aboralen Abschnitten der Radien war indessen nicht überall hergestellt. An vieren derselben schienen die Wellen zwar zusammenhängend in beiden zu sein: sie pflanzten sich über die Durchschnittsstelle augenscheinlich unmittelbar fort, in den anderen vier dagegen traten sie deutlich in jedem der beiden Abschnitte selbstständig auf, nur zuweilen machten sie in zweien unter ihnen gleichfalls den Eindruck des Zusammenhängenden — indessen ist es auch in diesen letzteren noch möglich, die Bewegung in den unteren Abschnitten durch Berührung einzustellen, während sie in den oberen fortdauert, nicht aber umgekehrt.

Den Versuch B habe ich an zahlreichen anderen Beroë's mit verschiedenen Abänderungen gemacht und im Wesentlichen immer mit demselben Erfolg: stets trat allmähliche Erholung, Wiederherstellung des Zusammenhangs der Bewegung in den einzelnen Radien ein, bis dieselbe am operirten Thiere ganz ebenso vor sich ging wie sie vor der Operation vor sich gegangen war.

Wiederholt zeigte sich aber auch die folgende Thatsache: wurde an einer Beroë einige Centimeter unterhalb des Afterpols ein Zirkelschnitt in der beschriebenen Weise um den Körperumfang gemacht, dann so lange abgewartet, bis die Flimmerung in den aboralen wie in den oralen Radienabschnitten wieder geregelt und lebhaft war, ohne jedoch zwischen beiden vollkommen zusammenhängend zu sein, und wurde jetzt das Thier in dem vorhin um dasselbe herumgeführten Zirkelschnitte durch Vertiefung dieses Schnittes vollkommen in zwei Theile getrennt, so *dauerte selbst unmittelbar nach der vollständigen Trennung die Bewegung in beiden Theilen durchaus ebenso fort wie sie vor derselben stattgefunden hatte*, ja es

schwamm in solchem Falle der grössere, eine Röhre darstellende orale Abschnitt des Thieres munter davon, durchaus so, als ob er ein ganzes und unverletztes Thier wäre — gerade wie der Ast, z. B. eines Oleanderbaumes, nachdem man ihn, so lange er noch am Mutterstamme wächst, durch Umgeben mit in einen Topf gefüllter Erde an einer Stelle zum Treiben von Wurzeln gebracht hat, nach der unterhalb der Wurzel erfolgten Entfernung von der Mutterpflanze selbständig weiterwächst.

Während also die Bewegung der Schwimmplättchen an einem bisher unverletzten Thiere, welches man in zwei Hälften oder in mehrere Stücke schneidet, ja meistens sogar an einem Thiere, in welches man nur eingeschnitten hat, eine Zeit lang aufhört, lässt sich die Trennung, nachdem dieselbe in der beschriebenen Weise vorbereitet war, vollenden, ohne dass die Abschnitte, in welche die Trennung erfolgt ist, auch nur Merk von derselben zu nehmen scheinen: der beste Beweis dafür, dass die beiden Körperabschnitte vor der vollkommenen Trennung durchaus selbständig sich verhalten hatten und dass das Wiederauftreten des Zusammenhangs der Bewegung der Schwimmplättchen auf einem nachträglichen Verwachsungsprocess oder auf nachträglich erfolgter Kräftigung neuer, für die ursprünglichen eintretender Nervenbahnen erfolgen muss.

Thatsachen, welche die Wechselvertretung der Nervenfasern auch bei Wirbelthieren beweisen, sind z. B. nach abwechselnder Durchschneidung beider Hälften des Rückenmarks bekannt.

Die mitgetheilten Thatsachen zeigen nicht nur, wie schnell während des individuellen Lebens Theile des Organismus sich besonderer Thätigkeit anpassen, derselben gerecht werden können: sie geben uns auch eine Vorstellung dafür an die Hand, in welcher Weise im Laufe der Zeiten solche Thätigkeiten (Funktionen) sich

lokalisirt und durch fortgesetzte Uebung die Beschaffenheit der von ihnen in Anspruch genommenen Theile verändert haben werden, je in verstärktem Masse durch Vererbung von Geschlecht zu Geschlecht.

Es seien nun noch einige weitere Bemerkungen zu dieser Frage aus einem anderen, schon früher berührten Gebiete gestattet.

Einiges über Erwerben und Vererben von Eigenthümlichkeiten der Stimme und Sprache und über Thiersprache.

Ich habe mich schon gegen den Satz Weismann's gewendet, welcher besagt: die Thatsache, dass die Fähigkeit des Sprechens bezw. Lesens nicht vererbt werde, spreche gegen die Vererbung erworbener Eigenschaften.

In seiner neuesten Schrift[1]) sagt Weismann sogar: „Wenn man sich recht lebhaft vorstellt, wie überaus stark und unausgesetzt die Uebung ist, welche wir dem Sprechen während unseres ganzen Lebens widmen, sei es, dass wir wirklich sprechen, sei es, dass wir nur still für uns denken, und wenn man dabei erwägt, dass trotz dieser unausgesetzten Uebung, wie sie seit Jahrhunderten auf alle menschlichen Gehirne und Sprechorgane eingewirkt hat, sich dennoch die Kunst zu sprechen nicht im allergeringsten Grad erblich befestigt hat, so wird man geneigt sein, darauf allein hin schon stark zu bezweifeln, dass im wahren Sinn erworbene Eigenschaften jemals vererbt werden können".

Ich habe schon erwähnt, dass wir Vererbung der Fähigkeit des Sprechens (und ebenso des Lesens) nicht erwarten dürfen, weil wir darin sehr zusammengesetzte Kunstfertigkeiten vor uns haben, nicht einfache Fähigkeiten des Organismus, welche wir ja allein bei unserer Geburt in's Leben mitbringen.

Abgesehen davon, dass die Entwicklung der menschlichen Sprache nicht seit Erdperioden währt, müsste doch, wenn von einer

---

1) „Ueber den Rückschritt in der Natur".

Vererbung derselben auch auf Grund der Zeitdauer, welche seit ihrem Entstehen jedenfalls vorübergegangen ist, die Rede sein könnte, diese Sprache jedenfalls von jeher dieselbe gewesen sein. So aber sind unsere lebenden Sprachen erst ein paar tausend Jahre alt und sind sogar in dieser Zeit sehr verändert worden. Genug gewiss, dass, wie ich schon hervorhob, die Fähigkeit erworben und vererbt worden ist, Töne zu empfinden und Laute in verschiedener Tonhöhe hervorzubringen. Das Uebrige beruht auf verhältnissmässig kurz dauerndem Uebereinkommen und Ueben.

Es ist gewiss nicht zu bestreiten, dass sich die Fähigkeit, bestimmte Sprachlaute hervorzubringen, bei den Angehörigen verschiedener Nationen bis zu einem gewissen Grade deutlich vererbt hat. Während ich Vorstehendes, auf der Insel Spiekeroog weilend, schrieb, kam vor das Fenster meiner Wohnung ein italienischer Drehorgelspieler und liess seine schrillen Weisen ertönen. Ich fragte ihn, wohin er heute reise. Nach „Orik", sagt er. Ich kenne keine solche Stadt. Schliesslich ersehe ich aus seiner Aufenthaltskarte, dass er die Stadt Aurich drüben auf dem Festlande meint. Ich bemühe mich vergebens, ihn zum richtigen Aussprechen des Namens zu veranlassen: „Orik" sagt er immer wieder — es ist ihm ganz unmöglich, das au und das ch hervorzubringen. — Man wird einwenden, es handle sich in diesem Falle nur um den Mangel der Uebung. Würde der Italiener sich Jahre lang üben, so käme er gewiss dahin, das Wort Aurich ganz richtig auszusprechen und die Kinder italienischer Eltern würden dies sicher thun, sofern sie in Deutschland erzogen wären. Zugegeben — allein nicht so ganz unbedingt! — eine Spur von grösserer Fähigkeit, die italienische Weise zu sprechen, würde wahrscheinlich doch selbst im letzteren Falle noch zurückbleiben [1]). — Wie anders als durch Eigen-

1) Auf Veranlassung des deutschen Schulvereins werden jetzt wiederholt nur noch der italienischen Sprache mächtige junge Leute aus stammdeutschen Gemeinden in Südtirol, Cimbern und Gothen nach Deutschland gebracht, um Deutsch zu lernen. Man will an solchen Leuten beobachtet haben, dass „sie vermöge ihrer germanisch

art des Kehlkopfes, seiner Muskeln und Nerven, bezw. der Fähigkeit, erstere zu bewegen, ist es denn zu erklären, dass die Juden, wo sie immer in Deutschland oder sonstwo vorkommen, gewisse Laute der deutschen Sprache in ganz besonderer Weise aussprechen, sogar dann, wenn sie spärlich zerstreut unter ganz germanischer oder unter anderssprachiger Bevölkerung leben? Die angeborene Aussprache muss doch ebenso unzweifelhaft von angeborener Einrichtung des Kehlkopfes abhängen, wie umgekehrt eine künstlich angenommene Aussprache auf jene Einrichtungen allmälig von Einfluss sein wird. Am leichtesten können wir derartiges beurtheilen, wenn wir die Mundarten unserer Muttersprache in Betracht ziehen, weil wir hier die geringsten Abweichungen zu erkennen im Stande sind. Wie verschieden wird eben das ch in der deutschen Sprache gesprochen, vom rauhen Kehllaut des Alemannischen in der Schweiz und in Oberbaden bis zum völligen Verschwinden in ein sch, wie es vielfach im Fränkischen vorkommt! Ich habe ganz besondere persönliche Gründe anzunehmen, dass die Fähigkeit, jenen alemannischen Kehllaut hervorzubringen, sich vererbt, dass sie auf Eigenart des Kehlkopfes beruht. Bekanntlich hat aber fast jedes Dorf seine Besonderheit in der Mundart und beruhen diese Besonderheiten vielfach deutlich auf Eigenart der Stimme. Das Abenteuerlichste und Hässlichste zugleich, was man an Stimme und Sprache im Deutschen finden kann, bietet die Bevölkerung des ländlichen Theils der Stadt Tübingen: überschnappender Fistelton wechselt darin mit dem rauhesten Bass in allen möglichen, dem gewöhnlichen Deutschen aber unnachahmlichen Uebergängen — es ist, als ob die Muskeln des Stimmapparates dieser Leute in mühevollster Uebung dazu verzerrt worden wären, die einfachsten Sprachlaute auf Umwegen

---

gebauten Sprachwerkzeuge die hochdeutsche Sprache mit ganz besonderer Leichtigkeit erlernen". Vergl. Fünfter Jahresbericht des Frankfurter Vereins zur Unterstützung deutscher Schulen im Auslande. 1887. S. 9 und 10. Eine genaue Verfolgung ähnlicher Fälle würde von grossem Werth sein.



barbarisch hervorzubringen. Wer daran zweifeln wollte, dass hier eine besondere anatomische und physiologische Einrichtung jenes Apparates — wenn auch in nicht nachweisbarer Feinheit der Abänderung — gegeben ist, der müsste behaupten, es sei möglich, mit einer Geige die Töne eines verstimmten Blechinstruments zu erzeugen. Und es kann gar keinem Zweifel unterliegen, dass die Fähigkeit zu dieser Mundart, welche nur im Kreise einer wenig zahlreichen Bevölkerung, noch dazu eines Theils einer Stadt üblich ist, sich vererbt habe. Die Leute mischen sich auch wesentlich nur unter sich. Es scheint mir, dass solche absonderliche Sprechart sich nur gebildet haben kann entweder dadurch, dass zufällig ein Mensch sie auf Grund eines eigenartigen Kehlkopfes gehabt und vererbt hat oder aber, — dass irgend massgebende Persönlichkeiten sie durch eigenwillige Verunstaltung der Sprache einführten, indem Andere sie nachahmten, und dass dadurch der Kehlkopf allmählich besondere Eigenschaften angenommen hat, die sich im Laufe der Zeit verstärkten und vererbten. Das sind wohl zwei Wege, auf welchen überhaupt Mundarten und schliesslich Sprachen entstanden sind[1]).

---

1) Gewiss würde die genaue Untersuchung der Reihenfolge des Auftretens der Laute, des Vermögens sie auszusprechen und Wörter zu bilden, wie sie Professor Preyer bei seinen eigenen Kindern vorgenommen hat (vergl. „Die Seele des Kindes"), für unsere Frage von grosser Bedeutung sein können, wenn sie bei den verschiedensten Nationen genau gemacht wäre. Wir könnten dann zu Urlauten kommen, welche gemeinsam weiterer Entwicklung zu Grunde gelegen haben dürften. Es fällt mir auf, dass viele Kinder sehr frühe den Laut „eng" anwenden, um irgendwelche Gefühle auszudrücken oder etwas zu verlangen. In letzterem Falle wird er oft sehr kräftig ausgestossen, während der Kopf gegen das Verlangte ruckweise vorgestreckt wird und zugleich die Aermchen und Händchen. Mit demselben Laut behelfen sich zuweilen halbblödsinnige Menschen ihr Leben lang. Ich erinnere mich aus meiner frühen Jugend an einen solchen Mann aus einem Dorfe, welchen man deshalb mit dem Namen „Eng-Eng" be-

Uebrigens liefern den vollen Beweis für die Richtigkeit meiner Auffassung z. B. die Thatsachen, welche uns Stimme und Sprache der Vögel an die Hand geben. Dass der so besonders geartete Kehlkopf eines Singvogels seine Eigenschaften und Fähigkeiten wesentlich nur durch Erwerbung und Vererbung wird erlangt haben, dürfte kaum Jemand bezweifeln können. Es hat sich bei diesen Thieren aber geradezu die Fähigkeit zu singen vererbt: es ist Thatsache, dass in Gefangenschaft gehaltene Singvögel, auch wenn sie Gelegenheit zum Nachahmen der Alten nicht gehabt haben, zu singen anfangen und, wenn auch unvollkommen, singen lernen. So ist auch zu erwarten, dass die Sprache bei Thieren da, wo sie sehr einfach ist, wo sie nur aus einer geringen Zahl von Lauten und Lautverbindungen besteht, sich eher vererbe als bei uns. Man hat freilich auf diese Dinge bis jetzt so wenig geachtet, dass es selbst heute noch Zoologen und zoologische Lehrbücher giebt, welche nicht nur die Vernunft, sondern auch die „artikulirte" Sprache als ein ausschliessliches Merkmal der menschlichen Natur bezeichnen. Was kennen wir denn von der Sprache der Thiere, um solchen Unterschied als allgemein hinzustellen? Jedenfalls ist die Sprache

---

legte. Vielleicht steht es in tieferem Zusammenhange hiemit, dass die anthropomorphen Affen Afrikas in ihrer Heimath ebenso oder ähnlich genannt werden; so heisst der Gorilla Engena oder Ingjina, der Schimpanse Engesego oder Ingjisego. — Ueber die Sprache des Kindes vergleiche auch: K. Vierordt, Deutsche Revue III. Bd. S. 29 — Herodot (II. 2) erzählt, dass schon der ägyptische König Psammetich (670—616) die älteste aller Nationen und Sprachen ausfindig zu machen suchte dadurch, dass er zwei neugeborene Kinder einem Hirten zu seinen Heerden gab, um sie derart zu erziehen, dass Niemand sie einen menschlichen Laut hören lasse; sie sollten in einer einsamen Hütte für sich liegen und der Hirte sollte ihnen von Zeit zu Zeit Ziegen zuführen, damit sie sich durch Milch ernährten. Nach zwei Jahren kamen die Kinder mit ausgestreckten Händen auf ihn zu und riefen „Bekos" (jedenfalls Nachahmungen des Ziegenmäckerns). Da die Phryger das Brod so nennen, räumten die Aegypter ein, dass die Phryger älter seien als sie. — Einen ähnlichen Versuch machte Kaiser Friedrich II., aber die betreffenden Kinder starben zu früh (vergl. Raumer, Geschichte der Hohenstaufen).

mancher Vögel eine sehr manchfaltige und zwar offenbar sogar bei verhältnissmässig wenig geistreichen unter ihnen, wie bei unseren Haushühnern. Plaudern diese Thiere doch oft stundenlang in ihren heiseren Lauten mit einander, ähnlich, wie u. a. auch die Schwalben zwitschernd thun. Abgesehen von dem geheimen Sinn dieser Plaudereien ist es ja nicht allzuschwer, aus der Sprache der Hühner und anderer Vögel allmählich etwas zu lernen, den Ausdruck der Ueberraschung und des Schreckens, des Behagens, Locken und Warnen zu verstehen, und nach vielfachem Beobachten gerade bei unsern Haushühnern will es mir scheinen, dass solche Ausdrücke allgemeine sind, dass sie vererbt werden, denn man erkennt sie in derselben Weise bei Hühnern, welche aus den verschiedensten Gegenden stammen, und auch dann, wenn die Hühnchen ganz jung in den Hühnerhof aufgenommen worden sind, entwickeln sich jene Laute in derselben Weise. Es ist hier wie mit dem Instinkt: je einfacher, je mehr nach wenigen, bestimmten Richtungen hin gerichtet die Ausdrucksweise dem Bedürfniss nach zu sein braucht, um so mehr wird sich dieselbe vererben — um so mehr werden sich die Werkzeuge dazu zu einem weniger veränderlichen Mechanismus gestalten.

Und doch hat auch die Sprache der Thiere Mundarten, ist vielleicht auch bei einer und derselben Art in verschiedenen Gegenden verschieden. Wer in drückender Augusthitze in Neapel schlaflose Nächte zugebracht hat, wird gefunden haben, dass die Hähne dort anders krähen als bei uns: sie schreien mit Mark und Bein erschütternder Kraft in höchst unmelodischer Weise. Vielleicht ist die Ausbildung der Kraft dieser Stimme darauf zurückzuführen, dass die Thiere sich, um den Lärm der Strassen zu übertönen, dieselbe angewöhnt haben und dass sie sich durch Vererbung im Lauf der Zeiten allmählich befestigt hat. — Die Amseln sind in unseren Gärten die Warner für die gesammte übrige Vogelwelt gegenüber den Katzen. Sowie ein solches Raubthier daherschleicht, lassen sie, dasselbe von Ast zu Ast verfolgend, den Ruf „dag, dag, dag“, rasch

nacheinander und bei grösserer Angst in schnellerem Tempo, fast schnalzend, erschallen. Dann kommen die kleineren Vögel und fallen, ängstlich durcheinander schreiend, mit ein. Allabendlich bei Einbruch der Dämmerung hört man die Amseln eine Zeitlang denselben Ruf ausstossen, ohne dass er Warnruf wäre — er wirkt auch auf die übrigen Vögel nicht als solcher. Die Amseln fliegen jetzt wie streitend und sich scheltend und verfolgend herum, bevor sie schlafen gehen. Die Bedeutung dieses Treibens ist mir nicht klar geworden. Sehen die Amseln aber zuerst irgend etwas, was sie ängstlich macht, so stossen sie — auch beim ersten Anblick der Katze — indem sie von einem Ort zum anderen fliegen, aber nur einmal, eine kurze Folge von Lauten aus, welche ich ungefähr als „diridiridiridirollo" im Gedächtniss habe. Ich habe nun beobachtet, dass die Amseln verschiedener Gegenden, z. B. schon die von der Bergstrasse, an bestimmten Orten, wo ich sie hörte, gegenüber denen von Tübingen in diesen ihren Rufen sehr wesentliche, geradezu auffallende Verschiedenheiten zeigen. Für die Buchfinken (Fringilla coelebs) ist örtliches Abändern ihres Schlages bekannt, ebenso für die Sprosser (Luscinia Philomela).

Ich habe diese letzteren Bemerkungen zugleich wesentlich zu dem Zwecke gemacht, um einen Gegenstand der Beachtung zu empfehlen, welcher dieselbe, so bemerkenswerthe Thatsachen er für die Wissenschaft bieten dürfte, bis jetzt von ihrer Seite noch nicht in verdientem Masse gefunden hat.

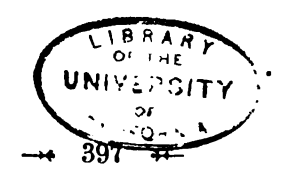
Eine bezügliche Aeusserung macht G. Jaeger[1]), er sagt: Die Thiere sprechen durch Mienen, Gebärden und Laute eine sehr deutliche Sprache, und es gelingt bei nur einigermassen anhaltender Aufmerksamkeit immer, diese Sprache zu erlernen .... Die Laut- und Geberdensprache enthüllt uns vollkommen den Zustand des thierischen Gefühls und das Begehren der Thiere ertheilt uns auch über ihr Erkenntnissvermögen genügenden Aufschluss. Die Laut-

1) Zoologischer Garten, Bd. III S. 268. 1861.

sprache, welche die meisten Säugethiere, die Vögel, einige Reptilien und Fische und Insekten besitzen, besteht aus Empfindungslauten wie die Sprache eines Kindes im ersten Lebensjahre, es sind mehr oder weniger gedehnte Töne, Vokale oder Geräusche, Konsonanten, welche ein- oder mehrmal hintereinander ausgestossen werden, während das menschliche Wort eine nach bestimmten Gesetzen geordnete, artikulirte Verbindung von Tönen und Geräuschen ist. Am nächsten verwandt sind den Empfindungslauten der Thiere die Interjektionen unserer Wortsprache, denn letztere sind in der That nichts anderes als in das Gewand der Wortsprache gesteckte Empfindungslaute. Die Laute der Thiere haben aber nicht immer bloss die Bedeutung von Interjektionen, sondern sind mehr als diese. Darum kann das Thier mittelst Modifikation der Stimme, der Modulation des Tones mehrere Empfindungen ausdrücken. Dadurch können sich Thiere auch während der Nacht, wo sie ihre gegenseitige Mimik nicht sehen können, Empfindungen und Zustände mittheilen.

Ueber die Sprache der Affen finde ich Mittheilungen von J. von Fischer[1]), welcher obige Aeusserung Jäger's anführt. Er sagt mit Bezug auf den Bhunder, Macacus erythraeus s. Rhesus folgendes: „In der That lernt man die Thiersprache in sehr kurzer Zeit verstehen. Ich verstand die Lautsprache eines jeden meiner Affen und kannte seinen jedesmaligen Gemüthszustand sehr genau. Da die Lebensbedürfnisse der Thiere weit einfacher und weniger variirend sind, so ist auch ihre Lautsprache eine viel beschränktere. Spricht doch der schlichte Landmann eine an Worten weit ärmere Sprache als der gebildete Salonmann der Stadt. Die Lautausdrücke des Rhesus waren sehr einfach und bestanden in Vokalen, so dass sie die meiste Aehnlichkeit mit den Interjektionen der menschlichen Sprache hatten, ohne deren Bedeutung ausschliesslich zu besitzen. Nur war der jedesmalige Ausdruck in der Höhe der

1) Zoologischer Garten Bd. XXIV S. 294 ff. 1883.



Stärke und der Klangfarbe je nach dem Gemüthszustande der Thiere ein sehr variirender, so dass den Affen ein nicht unbedeutender Reichthum an Ausdrucksweisen des momentanen Seelenzustandes zu Gebote stand."

Der Bhunder drückte seinen Seelenzustand einerseits durch die Stimme, andererseits durch den Gesichtsausdruck aus. Wenn er etwas verlangte, rief er „oh" oder „o-oh", wobei im letzten Falle die zweite Silbe höher lag, als die erste. Dabei legte er die Ohren dicht an den Kopf, zog die Brauen zurück und spitzte die Lippen zu. Freude und Zufriedenheit äusserte er durch einen grunzenden oder gurgelnden Kehllaut, der wie ein heiseres „äh" klang. Dabei legte er die Ohren für kurze Zeit an, indem er die gesammte Kopfhaut für einen Augenblick ruckweise zurückzog, wodurch auch die Brauen rückwärts bewegt wurden, und streckte das Maul verengend die Lippen vor. In höchster freudiger Erregung, beim Lachen, entblösste er die Zähne bis an die Mitte der Backenzahnreihe und stiess einen leisen kichernden Laut wie „kikiki" aus u. s. w.

Es wäre gewiss von Erfolg, wenn insbesondere die Sprachforscher sich dieses Gegenstandes annehmen und wenn sie überhaupt versuchen würden, in das, was ich gern als Sprache der Thiere anerkannt wissen möchte, näher einzudringen. Unter ihnen erklärt z. B. Schleicher: „Die Sprache, d. i. der Gedankenausdruck durch Worte, ist das einzige ausschliessliche Characteristicum des Menschen"[1]), indem er sich bezieht auf Huxley's bekannte Schrift: „Zeugnisse für die Stellung des Menschen in der Natur", in welcher dieser Forscher zu dem Schlusse kommt, dass nur die Sprache es sei, wodurch der Mensch sich von den ihm zunächst stehenden anthropoiden Affen unterscheidet.

Wenn aber auch diese anthropoiden Affen keine eigentliche Sprache haben, so ist damit doch nicht gesagt, dass sie nicht anderen Thieren zukommt.

---

1) A. Schleicher, Ueber die Bedeutung der Sprache für die Naturgeschichte des Menschen, Weimar 1865.



Lassen wir uns vom Sprachforscher belehren, was überhaupt Sprache ist.

Schleicher sagt hiezu: „Lautgebärden, zum Theil sehr entwickelte Lautgebärden zum unmittelbaren Ausdrucke seiner Empfindungen und seines Begehrens hat auch das Thier, und mittelst derselben ist eine Mittheilung der Empfindungen unter den Thieren möglich, wie mittelst anderer Gebärden. Durch den Gefühlsausdruck können allerdings bei Anderen Vorstellungen hervorgerufen werden. Deshalb pflegt man auch wohl von Thiersprachen zu reden. Die Fähigkeit des unmittelbaren Gedankenausdrucks durch den Laut besitzt jedoch kein Thier. Und nur dies versteht man unter Sprache. Wie sehr dies in unserem gewöhnlichen Bewusstsein auch in der That anerkannt ist, zeigt die Erwägung, dass ohne Zweifel ein mit Sprache begabter Affe, selbst ein äusserlich vom Menschen ganz verschiedenes Thier, sofort für uns als Mensch gelten würde, wenn es Sprache besässe.“

Die im letzten Satze ausgesprochene Vorstellung möchte der Zoologe und der Anatom, nebenbei gesagt, denn doch dem Sprachforscher überlassen, ebenso die Vertretung der weiter folgenden Aeusserung, dass Mikrocephalen nicht als wirkliche Menschen zu betrachten seien, weil ihnen die Sprache und sogar die Befähigung zu derselben fehle.

Davon abgesehen: ist die Begriffsbestimmung, welche Schleicher von Sprache gibt, richtig, so haben Thiere Sprache; denn, wie die von mir mitgetheilten Beispiele zeigen, und wie einfache Naturbeobachtung lehrt, besitzen ihrer viele unstreitbar „die Fähigkeit des unmittelbaren Gedankenaustauschs durch den Laut“.

Ich gehe weiter, indem ich die Ansicht vertrete, dass auch in der sogenannten „artikulirten“ Sprache ein Unterschied zwischen Menschen und Thieren nicht gegeben sei. Und darin kommen mir die Aeusserungen Schleicher's selbst zu Hülfe. Denn er sagt in derselben kleinen Schrift: „Nun aber erweist sich die Sprache der wissenschaftlichen Forschung deutlich als etwas ganz allmählich

Gewordenes, als etwas, das einmal noch nicht vorhanden war. Die vergleichende Anatomie der Sprachen weist nach, dass die höher organisirten Sprachen aus einfacheren Sprachorganismen ganz allmählich, wahrscheinlich im Verlaufe sehr langer Zeiträume sich entwickelt haben: die Glottik [1]) findet zum Mindesten nichts, was der Annahme widerspräche, dass die einfachsten Gedankenäusserungen mittelst des Lautes, dass die Sprachen einfachsten Baues allmählich aus Lautgebärden und Schallnachahmungen, wie sie auch die Thiere besitzen, hervorgegangen sind. . . . . . Macht nun aber erst die Sprache den Menschen, so sind unsere Urväter von Anfang an nicht das gewesen, was wir jetzt Mensch nennen, denn dies wurden sie ja erst mit der Ausbildung der Sprache. Ausbildung der Sprache ist uns aber gleichbedeutend mit Entwickelung des Gehirns und der Sprachorgane. So leiten also die Ergebnisse der Glottik ganz entschieden auf die Annahme einer allmählichen Entwicklung des Menschen aus niederen Formen, eine Ansicht, zu welcher bekanntlich die Naturwissenschaft unserer Tage von ganz anderer Seite her ebenfalls gelangt ist. Schon deshalb dürfte also die Sprache für die Naturforschung, speziell für die Entwicklungsgeschichte des Menschen von Bedeutung sein. . . . . Die Sprachen, die bis jetzt bis in ihre einfachsten Elemente zerlegt werden konnten, und die, welche auf der einfachsten Entwicklungsstufe stehen geblieben sind, zeigen, dass die älteste Form der Sprachen überall wesentlich dieselbe war. Das Aelteste, woraus die Sprachen bestanden, sind Laute zur Bezeichnung von Anschauungen und Begriffen. Von Beziehungsausdrücken (Unterscheidung der Wortarten, Deklination, Conjugation) ist hier noch nicht die Rede, alles dies erweist sich als etwas später Gewordenes, zu dem manche Sprachen sich gar nicht und auch nicht alle Sprachen in gleich vollkommener Weise entwickelt

1) d. i. die Wissenschaft der Sprache.

haben. So ist, um nur eines anzudeuten, im Chinesischen noch heutzutage kein lautlicher Unterschied der Wortarten vorhanden; wahre Verba, im Gegensatze zu den Nominibus, habe ich aber von allen mir bekannt gewordenen Sprachen nur im Indogermanischen gefunden. Morphologisch, aber eben nur morphologisch, sind nach unseren Ergebnissen ursprünglich alle Sprachen sich wesentlich gleich; dagegen müssen auch diese ersten Anfänge schon im Laute sowohl, als auch nach den Begriffen und Anschauungen, welche lautlich reflektirt wurden, und ferner nach ihrer Entwickelungsfähigkeit verschieden gewesen sein. Denn es ist positiv unmöglich, alle Sprachen auf eine und dieselbe Ursprache zurückzuführen."

In seiner früher erschienenen bekannteren Schrift, welche die Entstehung der Sprache in Darwin'schem Sinne erklärt [1]), giebt Schleicher auch ein Beispiel zur Begründung dieser Ansichten. Er sagt dort: „Die älteste Form für die Worte, die jetzt im Deutschen That, gethan, thun, Thäter, thätig lauten, war zur Entstehungszeit der indogermanischen Ursprache dha, denn dieses dha .... ergibt sich als die gemeinsame Wurzel aller jener Worte. In etwas späterer Entwicklungsstufe des Indogermanischen sagte man, um bestimmte Beziehungen auszudrücken, die Wurzeln, die damals noch als Worte fungirten, auch zweimal, fügte ihnen ein anderes Wort, eine andere Wurzel bei; doch war jedes dieser Elemente noch selbständig. Um z. B. die erste Person des Präsens zu bezeichnen, sagte man dha dha ma, aus welchem im späteren Lebensverlaufe der Sprache durch Verschmelzung der Elemente zu einem Ganzen und durch die hinzutretende Veränderungsfähigkeit der Wurzeln dhadhâmi (altind. dádhâmi, altbaktr. dadhâmi, griech. τίθημι, althochdeutsch tôm, tuom für tĭtômi, neuhochdeutsch thue) hervorging."

---

1) A. Schleicher, Die Darwin'sche Theorie und die Sprachwissenschaft, Weimar 1863.

Ich denke, dass damit die vorhin aus der Amselsprache wiedergegebenen Laute als Sprachlaute vollkommen gerechtfertigt sind. „Dag“, „dag“, „dag“ ist so gut ein Laut wie „dha“, „dha“, „dha“, nicht im Gegensatz dazu eine „Schallnachahmung“ oder eine „Lautgebärde“. Wir können schliessen, es heisse im Allgemeinen: „Habt Acht! Gefahr“, mit besonderem Ausdruck, in bestimmter Folge aber heisst es wohl geradezu: „Katze“ — in anderer vielleicht „Habicht“ oder „Krähe“ und jedenfalls ist es wieder eine etwas ganz anderes besagende Abänderung desselben „Wortes“, welche die Amseln, wie ich bemerkt habe, allabendlich hören lassen, denn dann lässt der Ruf die anderen Vögel gleichgültig.

Ganz wie auf den niederen Stufen der menschlichen Sprache beruht also offenbar nach dem Mitgetheilten die Ausbildung, bezw. die Manchfaltigkeit der Sprache bei Vögeln zunächst auf der Wiederholung des Lautes. Durch die Art der Wiederholung und dazu durch Verschiedenheit der Betonung kann schon sehr vielerlei ausgedrückt werden. Dann ist aber gerade in der Sprache der Amsel nach dem mitgetheilten Beispiel in dem Rufe „dirididiridirirollo“ gleich wie auf höherer Entwicklungsstufe derjenigen des Menschen der Fall gegeben, dass zu jener Wiederholung noch ein anderer Laut hinzugefügt wird. Damit sind wohl die Elemente, welche zur Ausbildung der vollkommensten Sprache überhaupt nothwendig sind, vorhanden. Was übrigens schon mit der einfachen Verschiedenheit der Folge und der Verschiedenheit der Stärke eines und desselben Tones, nicht einmal eines Lautes, alles gesagt werden kann, das beweist die Trommelsprache der Kamerunneger. Somit kann die Beugungsfähigkeit der Sprache überhaupt durchaus nicht so massgebend für die Beurtheilung geistiger Fähigkeit sein, wie man ohne weitere Ueberlegung vorauszusetzen gewohnt ist. Es ist nicht der Mangel an höherer Ausbildung des Gehirns, welcher bewirkt, dass die anthropomorphen Affen keine Beugungssprache haben, sondern offenbar der Mangel feinerer Einrichtungen des Kehlkopfs — selbstverständlich bedingt allerdings die Ausbil-

dung der Sprache wieder Veränderungen im Nervensystem und im Gehirn, aber in erster Linie nur solche, welche sich auf die Sprache beziehen [1]), und erst weiterhin auch solche, welche die durch die Sprache ermöglichte höhere geistige Ausbildung zur Folge hat.

Wenn aber nicht nur unsere hochausgebildete Sprache aus einer einfachen Lautsprache hervorgegangen ist, sondern wenn es sogar heute noch Völker giebt, welche es nicht höher als bis zur Lautsprache gebracht haben, so besteht ein grundsätzlicher Unterschied zwischen der durch die Stimme hervorgebrachten Sprache der Thiere und derjenigen des Menschen überhaupt nicht. Es liegt, wie gesagt, einfach an der Beschaffenheit des Kehlkopfs, dass dem Menschen naheverwandte Thiere keine ausgebildete, durch die Stimme vermittelte Sprache haben. Solche Thiere helfen sich auf andere Weise, um sich verständlich zu machen; die Affen haben ein vielsagendes Mienenspiel, Insekten aber, wie z. B. Hymenopteren, vor Allem die Ameisen, haben ein offenbar hochausgebildetes Mittheilungsvermögen durch Bewegung der Fühler und durch sich Betasten mit denselben erworben.

Ist es nun aber die Beschaffenheit des Kehlkopfs, welche für die Ausbildung der Sprache massgebend ist, so sollten darin anatomische Verschiedenheiten deutlich selbst unter Menschenrassen nachweisbar sein. Diesen Einwand habe ich von hervorragenden Sprachforschern gehört, mit dem Hinzufügen: „aber man habe derartiges noch nie gefunden“, woraus denn geschlossen wurde, es sei die Beschaffenheit des Kehlkopfs auch für die Bildung der Mundarten und weiter für die ganze Umbildung der Sprache gleichgültig. Freilich hat man derartiges nicht gefunden — es ist dies aber für den mit Anatomie und Physiologie Vertrauten auch nicht nothwendig, um doch die Umbildung der Sprache wesentlich mit auf anatomische

1) Vergl. hiezu S. 207.

Ursache, bezw. auf Erwerbung und Vererbung anatomischer und physiologischer Eigenart auf Grund des Gebrauchs zurückzuführen. Schleicher steht darin ganz auf dem von mir vertretenen Standpunkt und indem ich seine Worte anführe, komme ich zugleich auf die vorhin von mir berührte Frage von der Erlernung fremder Sprachen, meine Ausführung durch diese Worte ergänzend, zurück. Schleicher sagt[1]) in letzterer Beziehung: „Beruht die Sprache wirklich auf einer bestimmten Beschaffenheit des Gehirns und der Sprachorgane, wie kann man sich dann eine Sprache oder gar mehrere Sprachen ausser der Muttersprache aneignen? Ich könnte hierauf . . . . erwidern, dass man auch auf allen Vieren, ja sogar auf den Händen allein gehen lernen kann, ohne dass Jemand bezweifeln wird, dass unser natürlicher Gang durch die Beschaffenheit unseres Leibes bedingt und nur Art der Erscheinung desselben sei. Doch betrachten wir uns den vom Erlernen fremder Sprachen hergenommenen Einwand etwas genauer. Vor Allem frägt es sich, ob überhaupt jemals eine fremde Sprache vollkommen angeeignet wird. Ich bezweifle dies und gebe es höchstens für den Fall zu, dass Jemand seine Muttersprache in früher Jugend mit einer anderen vertauscht.“ Dann aber werde der Betreffende auch ein anderer Mensch, denn sein Gehirn und seine Sprachorgane bildeten sich in anderer Richtung aus. Weiter sei, wenn man zunächst vom Erlernen europäischer Sprachen rede, zu bedenken, dass sämmtliche indogermanische Sprachen einem und demselben Sprachstamme angehören und unter weiterem Gesichtskreis gesehen als Arten einer und derselben Sprache erscheinen. „Man zeige mir aber erst den Menschen, der vollkommen gleich im Deutschen und Chinesischen, oder im Neuseeländischen und im Tscherokesischen oder im Arabischen und Hottentottischen, oder in irgend welchen bis ins innerste Wesen hinein verschiedenen Sprachen denkt und spricht. Ich glaube nicht, dass es einen solchen gibt (ist es uns ja oft nicht einmal mög-

---

1) „Ueber die Bedeutung der Sprache“ etc.

lich, die den fremden Sprachen eigenthümlichen Laute hervorzubringen oder sogar nur sie richtig und genau mit dem Ohre aufzufassen), so wenig als wohl jemals ein und dasselbe Individuum mit gleicher Fertigkeit und Bequemlichkeit auf zwei Füssen und auf allen Vieren sich fortzubewegen im Stande sein wird.“ Eine bestimmte Funktion werde auch für ein bestimmtes Sprachorgan stets die natürliche sein und bleiben, wie sie es für jedes andere Organ sei.

Als Voraussetzung zu diesen Folgerungen aber geht Schleicher von der Ansicht aus: „Die Thätigkeit, die Funktion der Organe ist sozusagen nur eine Art der Erscheinung des Organes selbst, wenn es auch dem Messer und dem Mikroskope des Forschers nicht immer gelingt, die materielle Ursache für jede Erscheinung aufzuzeigen.“ Ebenso wie mit dem Gange verhalte es sich auch mit der Sprache. Sie sei das durch das Ohr wahrnehmbare Symptom eines Komplexes materieller Verhältnisse in der Bildung des Gehirns und der Sprachorgane mit ihren Nerven, Knochen, Muskeln u. s. f. Diesen Gedanken habe schon Lorenz Diefenbach[1]) ausgesprochen. „Allerdings ist die materielle Grundlage der Sprache und ihrer Verschiedenheiten noch nicht anatomisch nachgewiesen, meines Wissens ist aber auch eine comparative Untersuchung der Sprachorgane verschiedensprachiger Völker noch gar nicht unternommen worden. Es ist möglich, vielleicht sogar wahrscheinlich, dass eine solche Untersuchung zu keinen irgendwie genügenden Ergebnissen führt; dennoch würde dies keineswegs die Ueberzeugung von dem Vorhandensein materiell-körperlicher Bedingungen der Sprache zu erschüttern vermögen. Denn wer wollte das Dasein solcher materieller Verhältnisse läugnen, die sich zur Zeit noch der unmittelbaren Wahrnehmung entziehen und die vielleicht auch nie zu Objekten direkter Beobachtung gemacht werden können.“ Die Wirkung minimaler Grössen und Verhältnisse sei ja zuweilen eine

---

1) Vorschule der Völkerkunde, Frankfurt a. M. 1864, S. 40.

ungemein hinfällige; man erinnere sich nur der Spektralerscheinungen, der Farbe und des Geruches bei den Pflanzen u. s. w. Was bei der Sonne das Licht, das sei bei der Sprache der Laut; wie dort die Beschaffenheit des Lichtes von einer materiellen Grundlage desselben zeuge, so hier die Beschaffenheit des Lautes.

Ich stimme diesen Ausführungen des Sprachforschers vollkommen bei, indem ich den Satz wiederhole, welcher Gegenstand dieses ganzen Abschnittes und im Wesentlichen der ihm zunächst vorangehenden ist, dass die Thätigkeit (Funktion), dass der Gebrauch überall höherer Ausbildung der Werkzeuge vorausgeht und sie bedingt. Der Kehlkopf unserer Vorfahren war zuerst zur Hervorbringung der Sprache gar nicht fähig — indem er sich dahin übte, verschiedenartige Laute hervorzubringen, gelangte er mehr und mehr dazu und vervollkommnete sich in der Fähigkeit darin. Diese Fähigkeit ist also erworben, sie vererbte sich auf die Nachkommen, aber indem sie sich bildete, mussten mehr und mehr Aenderungen in der Art der Zusammenziehungsfähigkeit seiner Muskeln und in der Reizbarkeit seiner Nerven und zwar zunächst in den Stimmbändern entstehen, welche bei der grossen Empfindlichkeit dieser Theile grosse Wirkungen hervorbringen konnten und können, ohne dass sie anatomisch nachweisbar zu sein brauchen — ebensowenig wie der besondere Bau der Finger, welcher eine eigenartige Handschrift bei uns bedingen hilft. Zufällige Veränderungen der Stimmbänder konnten den Fortschritt, unter gleichzeitiger Mitwirkung der Auslese, begünstigen.

Schlussbemerkungen.

Im zweiten Abschnitt habe ich als die Grundursachen der Manchfaltigkeit der organischen Formgestaltung die äusseren, unmittelbar auf das Plasma einwirkenden Reize bezeichnet. Da-

gegen fasse ich, gemäss der dort[1]) gegebenen Darstellung die soeben und in früheren Abschnitten behandelten Wirkungen des Gebrauchs, der Uebung, als mittelbare oder sekundäre Reize, als mittelbare Ursachen des Wachsens und der Aenderung der Formgestaltung auf. Wie die unmittelbaren Reizeinwirkungen, welche ich früher Impression genannt habe, das Wachsen fördern, so wird dasselbe auch gefördert durch den Gebrauch, indem dieser das Plasma verändert und durch erhöhten Zufluss der Ernährungssäfte vermehrt.

In vielen Fällen lassen sich nun aber die Wirkungen unmittelbarer und mittelbarer Reize nicht trennen. Wenn ein Reiz fortgesetzt in bestimmter Richtung auf das Plasma einwirkt, so wird dasselbe in dieser Richtung gebraucht und damit verändert werden. Freilich meinen wir, wenn wir von der Wirkung des Gebrauchs für das Wachsen, bezw. für die Umbildung der Formen reden, selbsthätige Uebung, aktive Thätigkeit des Organismus und es entfallen deshalb die Wirkungen des Gebrauchs für das Wachsen vorzüglich auf die Thiere. Aber wir werden, indem wir später noch einen kurzen Blick auf die Ursachen der Umbildung in der Pflanzenwelt werfen, deutlich sehen, wie unmöglich es dennoch oft ist, die unmittelbare Wirkung äusserer Reize von der des Gebrauchs zu trennen, wie beide vielmehr häufig zusammenfallen. Und dies ist auf Grund physikalischer Betrachtungsweise ja selbstverständlich.

Dass ich aber auch die Wirkung mittelbar auf das Plasma ausgeübter Reize als Wachsen bezeichne, ist nur eine Folge meiner Auffassung des Begriffs des Wachsens.

---

1) S. 36 ff.

Achter Abschnitt.

Begriff des organischen Wachsens. Gestaltungsgesetz der Organismen. Wiedererzeugung.

Begriff des organischen Wachsens.

Wir haben zu unterscheiden a) das individuelle (persönliche) Wachsen, b) das Wachsen der Sippe (der Art) oder das phyletische Wachsen. Das letztere ist indessen nur die Summe der durch das Wachsthum bedingten Umänderungen, welche die Individuen einer Abstammungsreihe im Laufe der Zeiten erfahren haben und welche Umänderungen nunmehr Gestaltungen darstellen, die zugleich in Folge ihrer Trennung von den Verwandten dazu berechtigen, von einer neuen Formengruppe (Sippe, Art) zu reden.

Gewöhnlich versteht man unter persönlichem (individuellem) organischem Wachsen diejenigen durch äussere Einwirkungen (Nahrung, Wärme, Licht, Schwerkraft u. s. w.) auf den gegebenen Organismus erfolgenden gesetzmässigen Veränderungen, welche mit einer Massenzunahme verbunden sind, indem man dabei eine Vermehrung der Theilchen des Körpers voraussetzt, die Aufnahme (Assimilation) von Nährstoffen also in den Vordergrund stellt.

Ich verstehe dagegen unter organischem Wachsen jede durch äussere Einwirkungen auf den gegebenen Körper oder aus constitutionellen Ursachen

erfolgende gesetzmässige, physiologische, nicht krankhafte und nicht zufällige Aenderung in der Zusammensetzung desselben, welche bleibend ist oder nur derart vorübergehend, dass sie eine weitere Stufe der Veränderung vorbereitet.

Es braucht demnach Wachsen nicht sichtbare Veränderungen hervorzurufen — es sind schon solche Veränderungen ein Wachsen, welche Grössenzunahme erst vorbereiten oder welche in einer Umlagerung der Theilchen (Moleküle) bestehen, die eine Grössenzunahme nicht bedingt; es kann diese Umlagerung nur eine Veränderung der Gestalt des Körpers verursachen, es steht aber nichts entgegen, dass sie selbst eine Verkleinerung desselben hervorbringe.

Wachsen ist durchaus nicht nothwendig eine Folge der Aufnahme von Nahrung: die Einwirkung irgend welcher äusserer Reize kann Umlagerung der Theilchen im Körper und damit Wachsen in dem von mir gemeinten Sinne veranlassen. Es schliesst der Begriff jede vererbbare Stoff- und Formveränderung des Organismus, bezw. (als derselben zu Grunde liegend) jede Veränderung der Kräftewirkungen im Organismus ein und deshalb eben ist auch die Folge von das Plasma mittelbar beeinflussenden Reizen ein Wachsen. Deshalb aber ist in unserem Sinne auch Verminderung der Grösse und Rückbildung ein Wachsen. So wachsen Pflanzen und Thiere im Norden und auf den Bergen zu geringerer Grösse heran als im Süden und in den Thälern und die ausschliessliche Bevorzugung der Ernährung führt zu den verkümmerten Wachsthumserscheinungen, welche die parasitischen Formen nach anderen Richtungen hin zeigen.

Es sind zum Wachsen also zweierlei Dinge nöthig, 1) die gegebene Zusammensetzung des Lebewesens, 2) Reize (die Nahrungsaufnahme auch als Reizwirkung genommen). Eben in Rücksicht auf jene bezeichnete ich in früheren Arbeiten einen Theil der Ursachen der Umbildung der Formen als „innere“ oder als „constitutionelle Ursachen“.

Da die Lebewesen auf Grund ihrer Zusammensetzung verschieden

sind, so wirken auch die Reize verschieden auf sie ein, bringen an dem einen andere Veränderungen hervor als am andern: sie wachsen verschieden.

Jene eigenartige, für die Art des Wachsens so hochwichtige Zusammensetzung des Körpers der Lebewesen ist zum weitaus grössten Theil nur das Ergebniss der Vererbung von Eigenschaften von Seiten der Vorfahren; zu einem kleinen beruht sie auf Erwerbung, bezw. Umbildung, während des persönlichen Lebens oder ist Folge der Mischung der Eltern. Dieser kleine Theil von Eigenart bedingt das individuelle Abändern. Aber er ist von grösster Bedeutung deshalb, weil er die fortwährende Umbildung der Formen wesentlich veranlasst.

Ist das individuelle Wachsen der Lebewesen, wie wir nach Vorstehendem kurz sagen können, in letzter Linie nichts anderes als die Wirkung äusserer Reize (Nahrungsaufnahme eingeschlossen) auf das Plasma, und nehmen wir einen Urorganismus an, von welchem alle späteren Lebewesen ausgegangen sind, so muss es nothwendig die Verschiedenheit der äusseren Einwirkungen (Reize) unter verschiedenen Verhältnissen gewesen sein, also rein Erwerbung während des persönlichen Lebens, welche dieses Wachsen ursprünglich verschiedenartig gestaltet hat. Auch geschlechtliche Mischung kam zuerst nicht in Betracht.

Jene Erwerbungen aber vererbten sich im Ganzen des Organismus und in seinen Theilen und die Auslese steigerte sie. Je mehr solche neue Erwerbungen unter fortwährender Vererbung über eine Organismenreihe hingegangen sind, um so eigenartiger wird ihre Zusammensetzung sein.

Somit ist das individuelle Wachsen einer jeden Pflanze und eines jeden Thieres eine kurze und rasche Wiederholung der Summe von durch äussere Reize im Laufe unendlicher Zeiten auf das Plasma der

Ahnen des betreffenden Individuums hervorgebrachten Wirkungen unter dem Einfluss fortgesetzter solcher Reizung.

Es beruht demnach die Art des individuellen Wachsens eines jeden Lebewesens ganz wesentlich auf phyletischem Wachsen, das individuelle Wachsen schliesst phyletisches Wachsen in sich, denn eben jene auf Vererbung beruhende Eigenart der Zusammensetzung verschiedener Lebewesen ist ja Folge phyletischen Wachsens.

Indem das individuelle Wachsen eines jeden Lebewesens so eine **Stufe** phyletischen Wachsens ist, indem letzteres, wo man es immer fasst, eine Summe individuellen Wachsens darstellt, sind beide auf ein und denselben Vorgang zurückgeführt — sie sind grundsätzlich nicht zu trennen.

Das phyletische Wachsen oder die Umgestaltung der organischen Welt zu immer höheren und zusammengesetzteren oder doch zu anders zusammengesetzten Formen ist, wie ich vorhin sagte, nur die Summe der Wachsthumsbildungen der Vorfahren — ich füge hinzu: zusammen mit dem Ergebniss äusserer Einwirkung auf die Formen während ihrer Entwicklung und ihres Bestehens. Dieses Mehr der Umgestaltung aber, welches die Individuen als solche erfahren, ist — zugleich mit dem Einfluss der Kreuzung — eben die Ursache jener immer weitergehenden Umgestaltung. Alles, was die Glieder einer der Abstammung nach unmittelbar zusammenhängenden Individuenreihe erwerben, bildet zusammen den Stoff zur Gestaltung neuer Arten.

Das individuelle Wachsen wurde erklärt als ein Vorgang, welcher gesetzmässig bleibende Zustände bildet oder doch solche, welche, wenn sie vorübergehend sind, Stufen für weitere Ausbildung in derselben Richtung darstellen. Ganz dasselbe wurde früher für das phyletische Wachsen in Anspruch genommen: es stellt bleibende

Stufen dar, welche der Weiterentwicklung zur Grundlage dienen und welche so die Vervollkommnung (auch in rückschreitendem Sinne) ermöglichen [1]).

Die Verschiedenheit der äusseren Verhältnisse, d. i. der äusseren Reize (einschliesslich der Ernährung) und der Constitution musste, zugleich mit der Kreuzung, zu verschiedenartigem Wachsen, zu verschiedenartiger Formgestaltung, sie musste zur Bildung verschiedener **Arten** führen, vorausgesetzt, dass Trennung der zusammenhängenden Kette der Formgestaltungen in einzelne Glieder eintrat.

Somit kann man füglich von organischem Wachsen der Arten reden.

Man vergleiche zu vorstehenden Sätzen die Ausführungen im zweiten Abschnitte [2]). Ich habe dort insbesondere das biogenetische Gesetz zum Beweis dafür aufgeführt, dass die Welt der Organismen im Laufe der Zeiten aus Zellen herangewachsen ist. Die individuelle Entwicklungsgeschichte bezeichnete ich als ein abgekürztes phylogenetisches Wachsen.

Wachsen im Sinne fortdauernder Umbildung auf Grund der Einwirkung von Reizen und damit der Wirkungen des Stoffwechsels ist eine Grundeigenschaft des Plasma.

Indem die Manchfaltigkeit der Formgestaltungen der Organismenwelt auf Wachsen beruht, erscheint sie als eine nothwendige Folge jener Grundeigenschaft.

Wie ich schon früher [3]) hervorhob, ist auch die Fortpflanzung eine Grundeigenschaft des Plasma, weil sie ja nichts anderes ist als unendliches Wachsen und, füge ich hinzu, deshalb, weil ihr Wesen darin liegt, die Eigenschaften einer plasmatischen Einheit

---

1) Vergl. hiezu S. 61 u. 62.
2) S. 23, 28, 56 ff.
3) S. 26.

(Person) auf eine andere zu übertragen, ist sie diejenige Grundeigenschaft des Plasma, welche die Unsterblichkeit des Lebens bedingt.

Kreuzung und Auslese als mittelbare Ursachen des Wachsens.

Ausser dem Wachsen auf Grund der Einwirkungen von Reizen auf das Plasma kommen für die Herstellung der Manchfaltigkeit der Organismenwelt und zwar als mittelbare Ursachen derselben also noch in Betracht: Kreuzung (geschlechtliche Mischung) und Auslese. Nur die Kreuzung ist von diesen beiden im Stande, Neues zu schaffen, zum Wachsen der Organismenwelt selbstwirkend beizutragen. Dies ist dadurch möglich, dass durch Vermischung zweier Formen eine dritte, neue gebildet werden kann. Allein es geschieht dies nicht in dem ausgiebigen Masse und nicht so gewöhnlich, wie vielfach angenommen wird. Dennoch ist die Wirkung der Kreuzung auf die Umbildung der Formen eine bedeutende. Die Auslese, die natürliche Zuchtwahl, kann, wie wiederholt bemerkt, Neues nicht schaffen. Sie trägt zum Wachsen der Organismenwelt nur insofern bei, als sie die zum Leben tauglichsten Formen ausliest und als sie dieselben der Möglichkeit der Einwirkung neuer Reize und der Kreuzung erhält. Ihre Wirkung ist eine hochbedeutsame, aber eben vorzüglich durch Vermittelung der Kreuzung: durch die geschlechtliche Mischung können Summen gegebener Wachsthumsrichtungen vereinigt und verstärkt oder in verschiedenster Weise abgeändert werden. Was zweckmässig am Ergebniss der Mischung ist, hat einen Vorzug zum Bestehen und wird zu neuen, abgeänderten Richtungen des Wachsens Veranlassung geben können. Es liegt also die Bedeutung auch der Auslese vorzüglich in der Beförderung und Vermanchfaltigung des organischen Wachsens. Sie ist, wie die Kreuzung, nur eine mittelbare Ursache der Umgestaltung der Lebewesen. Wie früher hervorgehoben wurde, ist die geschlechtliche

Trennung, die Vorbedingung der Kreuzung, selbst erst im Laufe der Zeiten entstanden — sie ist selbst der Ausdruck eigenartigen Wachsens der Lebewesen nach zwei verschiedenen Richtungen hin und dieses eigenartige Wachsen ist in letzter Linie wiederum bedingt durch besondere äussere Einwirkungen (Ernährung) an der Hand der Auslese.

Gestaltungsgesetz der Organismen. — Anwendung auf Gestalt und Bau der Pflanzen.

Nach Vorstehendem ist ein Gestaltungsgesetz für die Lebewesen aufzustellen, welches lautet: Die äussere Gestaltung eines jeden Einzelwesens, einer jeden Abart, Art, Gattung, Familie u. s. w. ist der Ausdruck einer Summe von Wachsthumsvorgängen, welche sich bei ihren Vorfahren abgespielt haben, zusammen mit äusseren Einwirkungen, welche während ihrer individuellen Entwicklung und während ihres Lebens Einfluss auf sie hatten, und zusammen mit selbstthätigen inneren Umbildungen.

Mit anderen Worten: Die äussere Gestaltung eines jeden Organismus ist das Ergebniss der Einwirkung äusserer Einflüsse auf die Summe seiner Vorfahren, zusammen mit der Wirkung solcher Einflüsse und selbstthätiger innerer Umbildungen während seines individuellen Lebens.

Die Bedeutung der Auslese ist in dieser Begriffsbestimmung mit enthalten. Im Uebrigen meine ich hier mit der Gestaltung wesentlich die naturnothwendig aus dem Keim sich entwickelnde, heranwachsende Form, eben als Ergebniss gesetzmässigen Wachsens. Es sind dabei aber mit den Worten: „während seines individuellen Lebens“ auch berücksichtigt die Veränderungen der Gestalt, welche die Organismen während ihres Lebens erleiden und welche sich vererben können. Diese sich vererbenden Verände-

rungen treten zunächst äusserlich wenig oder kaum merkbar hervor: sie sind mehr innere, dynamische. Aber doch können sich, wie ich mittheilte, z. B. durch das Alter hervorgebrachte Erscheinungen der Gestalt, und sogar Verletzungen und wohl auch die Gestalt beeinflussende Krankheiten vererben.

Mit dem Ausdruck „selbstthätige innere Umbildungen“ meine ich die durch constitutionelle Ursachen und damit eben theilweise die durch das Altern hervorgerufenen, für die Gestalt mit massgebenden Veränderungen.

Die Pflanzenphysiologie ist es, welche die handgreiflichsten Beweise dafür liefert, dass es die äusseren Einwirkungen auf das Plasma, dass es erworbene und vererbte Eigenschaften sind, welche die Gestaltung der Organismen bedingen.

Ist es nicht die Wirkung des Lichtes, welche die aufstrebende Richtung der Pflanze bedingt? Sind es nicht Licht und Luft, welche Richtung, Ausbreitung und Lage der Blätter zum Zwecke der Ernährung veranlassen? Ist es nicht die Schwerkraft, welche die Gestalt der Wurzeln, ihre Streckung gegen den Erdmittelpunkt hervorrief? Hat nicht die Ernährung wesentlichsten Einfluss auf die Gestaltung aller Theile der Pflanze? Nicht ebenso die Wärme?

Man wird mir einwenden: nähme man alle äusseren Reize weg, so würden diese Gestaltungen sämmtlich ausbleiben: sie selbst vererben sich nicht, sondern nur die Anlagen dazu. Ich habe schon früher dagegen bemerkt, dass jede „Anlage“ molekuläre Veränderung voraussetzt. Mit der Anlage sind eben schon Veränderungen vererbt, welche bestimmte Richtungen des Wachsens auf Anregung der äusseren Reize allein ermöglichen. Gewiss, wenn alle Reize wegfallen, so bleibt jegliche organische Gestaltung aus. Fehlt nur die nöthige Wärme, so ist es aus mit ihr. Aber das Leben und damit alle die Formen, welche seine Träger sind, ist

eben nur Reizwirkung und so ist jener Einwand ein vollkommen trügerischer. Es sind doch eben nur die durch äussere Einwirkungen hervorgerufenen Eigenschaften der Lebewesen, welche deren Art-, Gattungs- u. s. w. Bestimmung ermöglichen. Fallen sie weg und damit die durch sie bedingten Eigenschaften, so haben wir eben keine Arten, Gattungen u. s. w., keine „Sippen“ mehr. Nach dieser Ueberlegung ist es, wie schon früher hervorgehoben, für die Frage von der Artbildung grundsätzlich gar nicht so wichtig, wie die Systematiker und merkwürdigerweise auch Pflanzenphysiologen meinen, dass Pflanzen, wie z. B. Getreidearten, nach Wegfallen der ihre Eigenart bedingenden äusseren Verhältnisse in eine ursprüngliche Form zurückschlagen.

Auch die Farben benützen wir als Unterscheidungsmerkmale. Das Chlorophyll ist massgebend für den ganzen Lebensprocess in der Pflanze und doch verbleicht die grüne Farbe bei Mangel an Licht — sie vererbt sich nicht, wohl aber vererben sich die Stoffe, welche ihre Grundlage bilden, und diese Stoffe sind erworben worden. Nähmen wir äussere, auf die Pflanzen wirkende Reize während ihrer Entwicklung weg, so dass wir Missgestalten derselben erhielten, ohne dass sie indessen abstürben, so blieben immer noch durch Vererbung in ihnen festgesessene Eigenschaften übrig, welche ihnen das Vermögen gäben, auf neue Einwirkung der Reize nur nach den ihnen angeborenen bestimmten Richtungen sich zu entwickeln.

Ueberall sind bestimmte Wachsthumsrichtungen vererbt, welche eben das Wesen der Arten ausmachen.

Indem der Reiz der Schwerkraft durch unendliche Zeiten auf die Pflanzen wirkte, so dass nach abwärts gerichtete Wurzeln entstanden, muss sich in den zu Wurzeln gewordenen Theilen durch jene bestimmte Art des Wachsens ein ganz besonders geartetes Gewebe gebildet haben, ein Gewebe, dessen Zellen zum Wachsen nach dem Mittelpunkt der Erde und nur dahin geneigt sind. Es bildeten sich aber auch ganz besondere m o r p h o l o g i s c h e Eigenschaften durch die eigene Art des Wachsens an den Wurzeln

aus, ein Zellenbau, welcher mehr oder weniger verschieden ist von demjenigen anderer Theile der Pflanze. Alle solche Eigenart ist doch einfach entstanden auf Grund der Vererbung erworbener Eigenschaften und sie macht eben den Typus, die „Art“ der Pflanze aus. Ganz ebenso sind die Ranken windender Pflanzen durch äussere Reizwirkungen, durch Vererbung erworbener Eigenschaften entstandene, für die Artbestimmung derselben wesentliche Gebilde; nicht minder die auf Einwirkung von Licht und Luft bezügliche Stellung der Blätter und deren Färbung u. a. In allen solchen Fällen sind auf Grund fortgesetzter Reizwirkung und zugleich dadurch bedingter Uebung der Theile der Pflanzenzellen in bestimmten Richtungen — Beides, unmittelbarer Reiz und Uebung, lässt sich hier zumeist nicht trennen — ganz besondere morphologische und physiologische Eigenschaften entstanden. Es liegen dabei die unmittelbaren Wirkungen der Reize und des Gebrauchs und deren Vererbung in vielen Fällen so klar vor Augen, dass man sie, wie mir scheint, anerkennen muss, will man nicht auf die Anerkennung von Ursache und Wirkung überhaupt verzichten.

Sollte das Wasser, welches eine Wüstenpflanze in sich aufspeichert, um sich trotz der Trockenheit am Leben zu erhalten, nicht auf ihre ganze innere Zusammensetzung unmittelbar und mittelbar Einfluss gehabt haben müssen? Und wenn eine Meerstrandpflanze, wie z. B. das Glasschmalz, Salicornia herbacea, so viel Salz aus dem Seewasser aufgenommen hat, dass sie salzig schmeckt, sollte dieses Salz nicht wiederum Einfluss auf ihren ganzen Zellenbau gehabt haben — einen Einfluss, der zu ihrem ganzen Artcharakter gehört und der sich vererbt? Wer möchte für solche handgreifliche Wirkungen einfachster Ursachen zufällige Variation des Keimplasma mit Auslese setzen?

Ich will die anatomische Beweisführung für meine Auffassung hier nicht antreten, da jedes Lehrbuch der Botanik sie geben wird. Nur einige für dieselbe sehr bemerkenswerthe Thatsachen will ich noch anführen.

Das Parenchym der Blätter im Licht wachsender Pflanzen hat einen ganz anderen Zellenbau als das im Schatten wachsender: die Zellen beider sind von ganz verschiedener Gestalt — bei Schattenpflanzen lang, prismatisch, bei Lichtpflanzen kurz u. s. w.[1]).

Die sogenannten Compasspflanzen stellen ihre Blätter in der Sonne so, dass die Ränder derselben nach Norden und nach Süden gerichtet sind, wodurch das Blatt am wenigsten der Sonne ausgesetzt wird. Es wurde diese Eigenschaft zuerst an dem nordamerikanischen Silphium laciniatum beobachtet, findet sich aber nach E. Stahl in ebenso ausgeprägter Weise bei einer einheimischen Lattichart, bei Lactuca scariola[2]): der aufgehenden Sonne kehren die senkrechten Blätter ihre grösste Fläche zu. In dem Masse, als die Sonne höher steigt, wird auch der Winkel, unter welchem ihre Strahlen die Blattfläche treffen, geringer, bis schliesslich zur Mittagszeit alle Blätter, in der Richtung der Sonnenstrahlen betrachtet, vom Rande her gesehen werden. In den Nachmittagsstunden nimmt dann der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen auf die Blätter wieder allmählich zu, so dass diese letzteren gegen Abend wieder senkrecht von dem Sonnenlichte getroffen werden. Silphium laciniatum gehört, wie Lactuca, zu den Compositen. Aber auch die Blätter vieler Papilionaceen, z. B. der Bohnen, nehmen bei starker Besonnung Randstellung ein: durch Krümmung der Gelenkpolster werden die Blättchen in eine Lage gebracht, in welcher sie der Sonne die geringste Fläche darbieten. Hierdurch werden übermässige Erwärmung und Beleuchtung vermieden.

Es zeigen die Pflanzen diese Eigenschaft besonders in trockenen Gebieten und es ist dieselbe wohl viel weiter verbreitet, als man

---

1) Vergl. E. Stahl: Ueber den Einfluss des sonnigen oder schattigen Standorts auf die Ausbildung der Laubblätter, Jenaische Zeitschrift für Naturw. Bd. XVI. 1883.

2) E. Stahl: Ueber sogenannte Compasspflanzen, Jenaische Zeitschrift f. Naturw. Bd. XV. 1881.

bis jetzt beobachtet hat. Indessen kennt man auch einige andere Pflanzen, bei welchen sie in geringerem Grade vorkommt.

Es handelt sich hier also um zweckmässige Reizwirkungen, wie z. B. bei den fleischfressenden Pflanzen, wo oft sogar ganz ausserordentlich geringe Stoffmengen als solche wirken. Derartige Reizungsfähigkeit ist vererbt. Es kann aber wohl keinem Zweifel unterliegen, dass Licht und Luft in der von mir angenommenen Weise auch auf die bleibende ererbte Stellung der Laubblätter von Einfluss gewesen sind.

Ja ich meine, dass die Laubblätter der Wirkung von Licht und Luft überhaupt mit ihre Entstehung verdanken müssen. Dass Anpassung dabei im Allgemeinen und insbesondere auch bei der Ausarbeitung des feineren Baues mit von Einfluss gewesen ist, versteht sich für mich von selbst, dass aber z. B. die Verschiedenheit der Gestalt der Blätter unserer Laubbäume wesentlich durch Anpassung sollte beeinflusst sein, dafür kann ich keine Anhaltspunkte finden — ich halte dieselbe vielmehr in der Hauptsache für eine einfache, auf unmittelbaren äusseren Reizen, vorzüglich auf Ernährung beruhende Wachsthumsbildung, wofür ja auch ihr Abändern durch Aenderung der Ernährung spricht. Allerdings ist sie mit bedingt durch die Blattrippen, welche wiederum die Ab- und Zufuhr der Nährstoffe besorgen und weiter die Aufgabe haben, die Blattflächen auszuspannen. Aber man wird nicht sagen können, dass gerade die oder jene Vertheilung der Blattrippen (Blattnerven) ein nothwendiges Erforderniss von Anpassung sei — auch sie ist offenbar Folge bestimmter Wachsthumsrichtungen.

Wiedererzeugung verloren gegangener Theile als Beispiel organischen Wachsens.

Im Anschluss an die Besprechung bestimmter Wachsthumsrichtungen auf die Gestaltung der Lebewesen komme ich auf die

Thatsachen der Wiedererzeugung zu sprechen, welche, wie mir scheint, nur an der Hand meiner Theorie vom organischen Wachsen der Lebeformen erklärt werden können.

Es ist nämlich diese Wiedererzeugung offenbar nichts Anderes als die Wirkung derselben Ursachen, welche das Wachsen nach bestimmten Richtungen bedingen. Es sind dabei zweierlei Fälle zu unterscheiden: 1) solche, bei welchen deutlich äussere Reize die unmittelbare Veranlassung zum Nachwachsen geben, und 2) solche, in welchen eine derartige Veranlassung nicht vorhanden ist. In die erste Gruppe gehört dies, dass abgeschnittene Pflanzentheile, sofern sie unter günstige äussere Verhältnisse gebracht werden, wieder zu ganzen Pflanzen heranwachsen — so Stecklinge, welche, wenn sie in die Erde gesteckt werden, Wurzeln treiben, ebenso Pfropfreiser. Ein Pfropfen ist innerhalb bestimmter Grenzen auch noch am thierischen, bezw. menschlichen Körper möglich: ich meine u. A. das Anwachsen von fremden Hautstücken auf dem menschlichen Schädel und sonst auf der Haut (Transplantation)[1]). Daran anschliessend, wenn es auch nicht unter den Begriff des Pfropfens fällt, kann hervorgehoben werden das Wiederanwachsen abgehauener Nasen, Ohren und sogar von Fingergliedern, sofern dieselben mit dem Mutterboden sofort wieder in Verbindung gebracht werden — die letzten Reste eines Wachsthumsvermögens, welches, wie das Pfropfen, an die Wiedererzeugung sich insofern anschliesst, als zum Zweck des Anwachsens neue Theile gebildet werden müssen — mithin die letzten Reste von Wiedererzeugungsvermögen beim Menschen[2]).

Für Pflanzen hat Vöchting gezeigt, dass an abgeschnittenen Theilen derselben die Schwerkraft allein Wurzeln erzeugen kann,

---

1) Neuerdings soll Thiersch auch Stückchen von Negerhaut auf weisse Menschen verpflanzt haben und umgekehrt, im ersteren Falle wurden dieselben bald schwarz, im letzteren weiss.

2) Weitere Beispiele siehe bei O. Weber: „Die Gewebserkrankungen im Allgemeinen und ihre Rückwirkung auf den Gesammtorganismus“, I. Bd. I. Abschnitt von v. Pitha und Billroth. Handbuch der allgemeinen und speciellen Chirurgie. 1865. S. 266 ff.

ohne dass Einsenken in die Erde dazu nöthig wäre: legt man abgeschnittene Weidenzweige, welche ihrer ganzen Länge nach mit Augen gleichen Alters besetzt sind, in einen dunkel gehaltenen, mit Wasserdampf gesättigten Raum (oder auch in feuchte Erde), so entstehen Wurzeln nur auf der Unterseite. Auffallender noch zeigt sich der Einfluss eines äusseren Reizes bei Lepismium radicans, einer zu den Cacteen gehörigen Pflanze, auf die Bildung der Wurzeln, indem diese an örtlich verdunkelten Stellen der Sprosse derselben sich erzeugen[1]).

Viel wichtiger sind für meine Auffassung die Fälle der zweiten der oben erwähnten Gruppen, denn hier wird die Wiedererzeugung offenbar ausschliesslich bewirkt durch die von den Vorfahren erworbenen und von ihnen auf die Nachkommen vererbten bestimmt gerichteten Kräfte.

Die Vorgänge, welche der Wiedererzeugung zu Grunde liegen, sind keine anderen als die, welche die ungeschlechtliche Vermehrung bedingen. Ja bei niederen Thieren, da wo Wiedererzeugung zur Entstehung ganzer Thiere führt, fallen beide in jeder Beziehung vollkommen zusammen. Ob wir einen kleinen Ringelwurm, ein Wasserschlängchen (Nais proboscidea) quer in zwei Stücke theilen mit dem Erfolg, dass aus jedem Theilstück ein neues ganzes Thier heranwächst oder ob der Wurm sich selbstthätig theilt und zu neuen Thieren heranwächst — wir haben in beiden Fällen ganz denselben Vorgang.

In der Wiedererzeugung des Wasserschlängchens liegt eben nun ein Beispiel für Wiedererzeugung aus der zweiten Gruppe vor: es fehlt der äussere Reiz, welcher jene unmittelbar veranlasst.

1) H. Vöchting: Sitzungsber. d. niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde in Bonn, Sitz. v. 3. Jan. 1876. — Ueber Theilbarkeit im Pflanzenreich u. die Wirkung innerer und äusserer Kräfte auf Organbildung von Pflanzentheilen, Pflüger's Archiv f. Physiol. XV. Bd. (Auszug aus: „Ueber Organbildung im Pflanzenreich" I., Bonn 1878.)

Von der Bedeutung der Ernährung für die Frage sehe ich hier ab — die bezüglichen Einwände verstehen sich von selbst, wie auch die Einschränkung oder Beseitigung derselben. Es wachsen die Stücke des Wasserschlängchens ohne besondere augenblickliche äussere Veranlassung in ganz gesetzmässiger Weise, in bestimmter Richtung, wieder zu einem ganzen Thiere heran — das ist mir die Hauptsache. Es entstehen Augen, es entsteht ein neuer Fühler am vordersten Ring, ein neues Schlundringgehirn in demselben. Von diesem vordersten Ring aus, durch dessen Theilung, erfolgt auch das in die Länge Wachsen des Thierchens — also nach rückwärts: ganz so wie bei natürlicher Theilung. Dieses Wiederwachsen aber wiederholt offenbar den Vorgang, welcher überhaupt zur Bildung des mit Augen und Rüssel versehenen Wurmes geführt hatte, als dieser aus einem eingliedrigen Wesen, das er, wie wir mit Grund voraussetzen dürfen, einmal gewesen ist, entstand[1]).

Derselbe Vorgang wiederholt sich in der individuellen Entwicklungsgeschichte des Wurmes — überall haben wir bestimmt gerichtete Wachsthumsvorgänge, welche nur die Folge von Vererbung sein können.

Die merkwürdige Thatsache nun, dass sich an den so getheilten Thieren an der richtigen Stelle Organe, und zwar zuweilen hochausgebildete, entwickeln, ohne dass äusserer Reiz bei der Entstehung unmittelbar als mitwirkend in Rechnung zu ziehen wäre, erfordert, bevor ich auf ihre Erklärung weiter eingehe, noch die Anführung einiger anderen Beispiele.

Dass der Schwanz der Eidechsen, nachdem er entfernt wurde, wieder nachwächst, ist Jedermann bekannt — schon Plinius erzählt davon. Aristoteles aber erwähnt dasselbe von Salamandern und Schlangen. Viel merkwürdiger ist es, dass so zusammengesetzte, hochentwickelte Organe, wie der Augapfel von Wirbelthieren, sich wiedererzeugen. Bereits im vorigen Jahrhundert hat dies Blumenbach

1) Vergl. hiezu S. 68.



von Tritonen berichtet [1]) (nach Merkel schon vorher Brühl) und dann von Batrachiern [2]). Es findet aber diese Wiedererzeugung nur dann statt, wenn am unverletzten Sehnerven noch einige Reste der verschiedenen Schichten des Augapfels zurückgeblieben waren [3]). Bei Batrachiern erneuert sich nach Blumenbach auch der Unterkiefer. Die Beine der Tritonen bilden sich in derselben Weise neu, wie sie bei den Larven entstehen [4]). Auch das Rückenmark bildet sich bei Amphibien und Reptilien neu, so bei Froschlarven, bei Tritonen, bei Pleurodeles Waltlii, bei letzterem Thier sehr vollständig in 5 Monaten. Die Spinalganglien erzeugen sich gleichfalls neu und zwar scheinen sie aus dem Rückenmark hervorzuwachsen [5]). Dass die Beine und Scheeren von Krebsen, die Fühler der Schnecken, ja die Köpfe der Schnecken nachwachsen, sofern nicht das Gehirn zerstört ist, ist bekannt und zum Theil schon vorbin berührt. Ebenso ist bekannt das Nachwachsen der Arme der Seesterne. Auch Beine von Insekten bilden sich nach. Uebrigens wollte ich hier nur einige Beispiele aus der grossen Zahl von Thatsachen für die Wiedererzeugung anführen.

Wie nun kommt es zur Entstehung solcher zum Theil hochgebauter Organe an der Stelle, an welcher sie ursprünglich sich befanden, zu ihrer Entstehung aus dem Körper heraus, ohne unmittelbare Einwirkung von Reizen?

Man gab früher zur Erklärung wohl einfach den „Bildungstrieb“ an und beruhigte sich damit. Nun mag man auch heute das Wort gebrauchen, wenn man dabei gerade die Bedeutung desselben

---

1) Blumenbach, Specimen physiologiae comparatae 1787, S. 31.

2) Derselbe, Kleinere Schriften zur vergleichenden Physiologie, 1800, S. 31.

3) J. Ch. Eggers, Von der Wiedererzeugung, Würzburg 1821.

4) Götte, Ueber Entwicklung und Regeneration des Gliedmassenskelets der Molche, Leipzig 1879.

5) P. Fraisse, Die Regeneration von Geweben u. Organen bei den Wirbelthieren, besonders Amphibien und Reptilien. Cassel und Berlin 1885. Bei Reptilien (Eidechsen u. Geckonen) geschieht die Wiedererzeugung des Rückenmarks nur in unvollkommener Weise.

ausser Acht lässt, welche eine frühere Schule in den Vordergrund gestellt hat, die nämlich, dass es sich dabei um einen selbstthätigen, vom Stoffe mehr oder weniger unabhängigen Trieb handle. Verwahren wir uns aber, sofern dies überhaupt nöthig ist, gegen solche Vorstellung und wenden wir das Wort an in dem Sinne der Wirkung von bestimmt gerichteten an den Stoff des Organismus gebundenen Kräften, so ist wohl nichts dagegen einzuwenden. Andererseits gebrauchen wir den Ausdruck Trieb ja sogar in vollkommen passivem Sinne für Theile der Pflanzen. Und in derselben Bedeutung handelt es sich bei der Wiedererzeugung um die Bildung von „Trieben", von gesetzmässig gebauten Theilen, welche vom Organismus mit Naturnothwendigkeit gewissermassen aus sich herausgetrieben werden. Somit können wir das Wort in zweifachem Sinne, in thätigem und leidendem, wenn auch mit gewisser Einschränkung in ersterem, auf unseren Gegenstand anwenden. In ersterem Sinne fassen wir also den Bildungstrieb nicht als die selbstthätige Kraft, durch deren Annahme alles erklärt wäre, sondern wir fragen nach den Ursachen dieser Kraft.

Ich bin der Ansicht, dass die Wiedererzeugung verloren gegangener Theile des Organismus begründet sein muss in der Vererbung, derart, dass diese die mechanische Ursache der Wiederherstellung des verletzten Organismus als eines Ganzen in seiner früheren Gestalt sei.

Ein jeder Organismus ist durch immer wiederholte Vererbung der seine Gestaltung bedingenden Wachsthumsrichtungen nicht nur dazu gelangt, dass er dieselben in der individuellen Entwicklung wiederholt hat, sondern dazu, dass sie sich auch nach vollendeter Entwicklung im Ersatz verloren gegangener Theile noch geltend machen. Denn diese Wiedererzeugung beruht nicht nur auf ganz den gleichen Ursachen wie die Ontogenie, sie ist als eine Fortsetzung derselben zu bezeichnen.

Ein jeder Organismus ist durch immer wiederholte Vererbung

seiner Eigenschaften und damit auch seiner Gestaltung zu einem Ganzen dahin gelangt, dass die Vererbung dieses Ganze nicht nur durch die Entwicklung wiederherstellt, sondern dass sie es auch nach Verletzungen wiederherzustellen sucht.

Um dies verstehen zu können, muss man voraussetzen, dass alle einzelnen Theilchen, aus welchen der Organismus zusammengesetzt ist, dass alle Zellen, alle Moleküle desselben in vollkommener Beziehung zu einander stehen, derart, dass ein jedes vom Schicksal des anderen beeinflusst wird und dass umgekehrt in jedem solchem Theilchen etwas von der Wachsthumsrichtung dahin liegt, ein Ganzes zu bilden — sich mit den übrigen Theilchen zusammen derart zu einem Ganzen zu fügen, wie anorganische Theilchen aus der Mutterlauge zu einem solchen auskrystallisiren. Die Bildung von Krystallen ist in der That kaum ein geringeres Wunder als die organische Formgestaltung — auch diese ist — ich komme damit auf frühere Vergleichung zurück — eine Art Krystallisiren. Ich komme damit aber auch zurück auf den Begriff der Correlation, der Bezüglichkeit, denn diese ist nichts anderes als eben der Ausdruck, die Folge der Beziehungen aller Theilchen des Organismus untereinander.

Ich habe auch die Correlation für ein organisches Krystallisiren erklärt und es erscheint in der That die Wiedererzeugung geradezu als Correlation.

Meine Auffassung vom Wesen der Wiedererzeugung wird verständlicher werden, wenn man nicht die morphologischen Theile des Körpers, sondern die dieselben beherrschenden Kräfte voranstellt, wenn man sich die organische Gestalt als den Ausdruck einer Summe von Kräften denkt, welche sich untereinander gegenseitig ergänzen, welche die Theilchen beherrschen und sie zur Ausgleichung führen, wo dieselbe gestört ist — zur Ausgleichung im Sinne der Wiederherstellung zum früheren Ganzen.

Dass den einzelnen Theilchen des Organismus durch Vererbung eine Wachsthumsrichtung zur Gestaltung des grossen Ganzen ein-

geprägt sein muss, beweisen am besten die Thatsachen, nach welchen man manche vielzellige Pflanzen oder Thiere fast in ihre einzelnen Zellen auflösen kann mit dem Erfolg, dass aus ihnen wieder ein ganzer Organismus herauswächst. Für unsere Hydren ist seit Trembley bekannt, dass aus den kleinsten Stückchen, in welche man sie zerschnitten hat, wieder ganze Thiere heranwachsen. Es wird sich aber fragen, ob jene Stückchen nicht zum mindesten aus zwei zusammenhängenden Zellen, einer Ektoderm- und einer Entodermzelle, bestehen müssen, wenn Ergänzung erfolgen soll[1]) — dies, weil das Ektoderm und das Entoderm schon bei diesen niederen Thieren besondere, je durch Vererbung gefestigte Eigenschaften hat. Jedenfalls aber muss Wiedererzeugung aus einer einzigen Zelle bei solchen niederen Organismen möglich sein, welche einfache Zellkolonien darstellen. Sie geschieht in dieser Weise sogar bei höher stehenden Pflanzen. Ein sehr merkwürdiges Beispiel hierfür berichtet Vöchting[2]): „Ein Stück aus der Mittelfläche eines kräftigen Thallus von Lunularia vulgaris wurde mit einem scharfen Messer auf einer glatten Korkplatte so fein zerschnitten, dass die Theilstücke schliesslich einen grobkörnigen Brei darstellten. Die grössten Stücke mochten etwa die Grösse eines halben Kubikmillimeters haben, während die kleinsten erheblich kleiner waren. Dieser Brei wurde auf feuchtem Sande ausgebreitet und vor störenden äusseren Einflüssen möglichst geschützt. Nach einiger Zeit wurden anfänglich einzelne, dann immer zahlreichere junge Sprosse sichtbar, und schliesslich ging eine ganze Schaar junger Laubflächen aus der breiartigen Masse hervor. Die Untersuchung ergab, dass die weitaus grösste Mehrzahl der Stückchen frisch geblieben und im Stande gewesen war, Adventivsprosse zu erzeugen.

1) Nach Th. W. Engelmann wäre das in der That der Fall, vergl. Zoolog. Anzeiger I. S. 77. 1878.

2) H. Vöchting, Ueber die Regeneration der Marchantien. Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. XVI, Heft 3. S.-A. Berlin 1885, S. 15 und 16.

Dieser Versuch zeigt klar, welcher Grad von Widerstandsfähigkeit gegen äussere Eingriffe dem Thallus unserer Pflanze eigen ist, welche Lebensenergie auch den kleinsten Zellcomplexen noch innewohnt. Hier lässt sich nahezu streng und vollgültig der Beweis führen, dass auch in jeder einzelnen vegetativen Zelle potentiell der ganze Organismus enthalten ist; ja es dürfte nicht unmöglich sein, die Wahrheit dieses Satzes an unserer Pflanze unter geeigneten Bedingungen experimentell direct zu beweisen."

Bei Weiden erzielte Vöchting durch Theilungsversuche ferner Ergebnisse, die ihn zu folgender Aeusserung veranlassen: „Nach welcher Richtung wir den Organismus (Weide) theilen und wie weit wir diese Theilung treiben mögen, in jedem Theilstück liegt noch der ganze Organismus gleichsam verborgen, vorausgesetzt, dass das Stück Cambialzellen enthält. Könnte man die Theilung bis zu einer unverletzten Cambiumzelle wirklich ausführen, so müsste auch diese noch im Stande sein, den ganzen Organismus zu reproduciren."

Es sind solche Thatsachen nicht anders zu erklären als dadurch, dass auf jede einzelne Zelle eines derart wiedererzeugungsfähigen Organismus gleich einer **Keimzelle** durch Vererbung die Eigenschaften dieses ganzen Organismus übertragen worden sind, welche dieser durch Vererbung selbst erwarb, und dass weiter jede solche Zelle gleich einer Keimzelle durch Ererbung der Wachsthumsrichtungen und überhaupt des Gestaltungsvermögens der Vorfahren die Fähigkeit erworben hat, zu einem ganzen Organismus wieder heranzuwachsen.

Je höher ein solcher Organismus steht, um so mehr muss er an Gestaltungsvermögen ererbt haben — die Weide mehr als die Lunularia — und in einer Reihe von Arten, welche die unmittelbaren Abkömmlinge desselben Ahnen sind, welche in gerader Linie von diesem abstammen, muss immer die höherstehende Art die

Summe des Wesentlichsten des Wachsthumsvermögens der tieferstehenden in sich enthalten und zum Ausdruck bringen können.

So ist wie durch die individuelle Entwicklungsgeschichte auch durch die Wiedererzeugung der, wie mir scheint, vollgültige Beweis für die Richtigkeit meiner Theorie vom organischen Wachsen der Lebewelt, bezw. der Arten geliefert.

Ich muss zur Ergänzung nur noch auf Einzelnes eingehen.

Es ist selbstverständlich, dass das Wiedererzeugungsvermögen bei einfacheren Lebewesen grösser ist als bei zusammengesetzteren, dass es im Allgemeinen um so grösser sein wird, je niederer deren Stellung; denn es beruht nach dem Vorstehenden das Wiedererzeugungsvermögen darauf, dass die Zellen des sich wiedererzeugenden Organismus noch die Eigenschaften der Keimzelle, bezw. der Mutterzelle haben. Je tiefer wir hinabsteigen in der Reihe der mehrzelligen Pflanzen und Thiere, um so deutlicher erscheinen diese nur als Kolonien einzelliger Wesen — um so mehr ist jede der sie zusammensetzenden Zellen ähnlich oder gleich der anderen, ähnlich oder gleich der Keim- oder Mutterzelle. Darum hat Wiedererzeugung bei irgend einer einfachen Zellkolonie, wie sie niederste mehrzellige Pflanzen oder Thiere darstellen, für uns gar nichts Wunderbares — es versteht sich fast von selbst, dass diese Kolonien aus jeder ihrer Zellen noch zum Ganzen heranwachsen können. Jede Zelle hat in solchen Kolonien alle Fähigkeiten zum selbständigen Leben. Je höher der Organismus steht, je mehr Arbeitstheilung d. i. nach verschiedenen Richtungen getheiltes Gestaltungsvermögen, bei ihm aufgetreten ist, um so weniger ist dies der Fall, um so mehr sind seine Zellen abhängig von anderen Zellen, seine Theile von anderen Theilen, schliesslich von Centralorganen, ohne deren Hülfe sie nicht leben und sich nicht vermehren, also auch nicht wiedererzeugen können. — Andererseits ist die Wiedererzeugungsfähigkeit grösser in der Jugend als im Alter — am grössten ist sie wohl im embryonalen, bezw. fötalen Zustand, wie die Entstehung z. B. von, wenn auch un-

vollkommenen Spuren von Fingern nach fötaler Selbstamputation beim Menschen zeigt [1]). Dies ist dadurch verständlich, dass die einzelnen Zellen in der Jugend — je früher, desto mehr — noch jenen allgemeinen Charakter haben wie in niederen Organismen, ferner dass das Plasma nicht zu bestimmten Bildungen vollkommen verbraucht und dass es überhaupt weniger verbraucht, mehr lebens- und bildungsfähig ist als im Alter. Die nähere Erklärung für die ganze Verschiedenheit wird sich aus Folgendem ergeben.

Auch bei Organismen, welche noch keine bestimmte äussere Gestalt haben, wie z. B. viele Spongien, ist uns die Wiedererzeugung des Ganzen aus irgendwelchen Theilstücken nicht zu sehr auffallend, und doch ist von hier nur ein Schritt zu der Wiedererzeugung bestimmter, regelmässiger Formen vielzelliger Thiere, wie z. B. die Hydren sie sind. Ausserdem ist aber in der Zusammensetzung aus Keimblättern auch bei den Spongien schon eine Arbeitstheilung gegeben, welche die Wiedererzeugung derselben zu einem weniger selbstverständlichen Vorgang macht. Je weiter die Arbeitstheilung und die Bestimmtheit und Manchfaltigkeit der Gestaltung geht, um so schwieriger wird das Verständniss der Wiedererzeugung. Denn von der Bildung der Keimblätter an gehen die Aufgaben der Zellen der vielzelligen Thiere auseinander: die Zellen der verschiedenen Keimblätter werden von früh auf verschiedene Erfahrungen, wenn ich so sagen darf, machen, sie werden verschiedene „Vermögen" erwerben. Sie werden also allmählich veranlagt werden, mehr und mehr *nur aus bestimmten Keimblättern hervorgehende Organtheile oder Organe zu bilden.*

Selbstverständlich können wir aber bei der Behandlung der Frage nicht an den Keimblättern, bezw. an einfachen oder Urorganen, wie sie z. B. bei Zoophyten zeitlebens vorhanden sind, stehen bleiben: sie muss für jeden Theil eines Keimblattes, welcher mit

---

1) Vergl. *Spiegelberg*, Lehrbuch der Geburtshülfe. Lahr 1878, S. 356.

anderen zur Bildung irgend eines Körpertheils bestimmt ist, somit für jedes zusammengesetzte Organ aufgeworfen werden und, die Pflanzen betreffend, für jede Zellgruppe, aus welcher ein solcher Theil gebildet werden soll. Es frägt sich nur jeweils: wie weit ist das Gestaltungsvermögen der betreffenden Zellen ein unwandelbar bestimmt gerichtetes etwa geworden, inwieweit ist es noch ein allgemeines? Dass es auf den niedersten Stufen der Entwicklung noch ein allgemeines sei, das haben wir vorausgesetzt. Von Pflanzen selbst hochgestellter Arten wissen wir, dass Wurzeln noch aus den verschiedensten Theilstücken hervorwachsen, wenn dieselben unter entsprechende Bedingungen gebracht werden. Ja nach den Versuchen Vöchting's an Weiden kann, wie erwähnt, aus Theilstücken hier überall eine ganze Pflanze wieder hervorwachsen [1]), sofern dieselben nur ein gewisses Bildungsmaterial, nämlich etwas Cambium, enthalten. Diese Thatsache könnte die Frage veranlassen, ob nicht auch im ausgebildeten thierischen Körper ein besonderes Zellenmaterial vorhanden sei, aus welchem alle Theile hervorgehen können, gewissermassen ein thierisches Cambium, ein allgemeines Bildungsgewebe des Körpers, welchem allgemeines Gestaltungsvermögen zeitlebens innewohnen bleibt. Man wird dabei zuerst an

---

1) Es wurde schon hervorgehoben, wie sehr Solches einer Kontinuität des Keimplasma widerspricht: aus dem Stückchen Weide bildet sich ein Weidenbaum mit Fortpflanzungswerkzeugen — mit Keimplasma heraus, somit ist letzteres auch in jenem Stückchen enthalten, bei Lunularia sogar in ganz beliebigen Theilchen. Auch van Bambeke (Pourquoi nous ressemblons à nos parents? Bruxelles 1885) macht auf jene Thatsache aufmerksam, indem er sagt, dass aus einem Stück eines Begonienblattes eine ganze Pflanze mit Fruchtorganen hervorgehen kann. Es beruht aber offenbar auf einem Missverständniss, wenn er äussert (S. 46), dass Weismann das Vorhandensein von Keimplasma in Körperzellen annehme. Weismann nimmt nur an, dass geringe Mengen von Keimplasma in somatischen Zellen der Hydroidpolypen vorhanden sei, „um dann durch unzählige Zellfolgen hindurch bis in jene entlegensten Individuen des Stockes hingeführt zu werden, in welchen sich die Geschlechtsprodukte bilden u. s. w. (Continuität" S. 61). Es handelt sich dabei nur um ein ausnahmsweises Vorkommen des Keimplasma und um Wandern desselben durch andere Körperzellen hindurch.

das Blut und zwar an die farblosen Blutzellen denken, welche bei Umbildungen im Körper so hervorragend betheiligt sind — aber wir haben keine Beweise dafür, dass sie andere als mesodermale Gewebe herstellen können, keinen Beweis dafür, dass ento- und ektodermale Gewebe bei höheren Thieren aus anderer als ihrer eigenen Grundlage hervorgehen. Das eben bedingt die Eigenart der Vererbung. Es ist zur Erklärung der Wiedererzeugung von zusammengesetzten Geweben und Organen der höheren Thiere nicht nur eine allgemeine Bezüglichkeit der Theilchen, eine geerbte allgemeine Gestaltungsrichtung anzunehmen nöthig, sondern zugleich eine besondere, auf die Gestaltung des betreffenden Theils gerichtete. Es zeigt sich diese besondere Bezüglichkeit darin, dass vorzüglich solche Theile mit einander in Correlation stehen, welche von demselben Keimblatt abstammen, so z. B. Oberhaut, Haare, Hornbildungen bei den Säugethieren.

Je höher hinauf nun in der Thierreihe, je mehr ausgebildet die Arbeitstheilung, je mehr zusammengesetzt die Organe, um so weniger sind alle Zellen im Stande, verschiedene Theile oder gar den ganzen Körper wiederherzustellen, um so mehr haben sie nur das beschränkte Vermögen der Wiedererzeugung bestimmter Theile.

Es sind also offenbar die Zellen gewisser Gegenden des Körpers der höheren Organismen durch Vererbung mit besonderen Wachsthumsrichtungen begabt: sie sind dahin gerichtet, im Verein bestimmte Theile herzustellen, zu ergänzen. Es handelt sich dabei um durch Gebrauch und Vererbung erworbene, bestimmt gerichtete Kräfte.

In einfachster Weise zeigt mir dies ein weiterer Versuch, welchen Vöchting angestellt hat: er brachte ein Stück eines Weidenzweiges in umgekehrter Stellung als die natürliche aufgehängt in ein Gefäss, in welchem durch Feuchtigkeit u. s. w. günstige Verhältnisse zum Wachsen gegeben waren. Es wuchsen an diesem Weidenstück nun nicht nur Wurzeln am unteren Ende, wo sie durch die Schwer-

kraft in der Entstehung begünstigt waren, sondern auch und zwar in überwiegender Zahl am oberen Ende — hier offenbar auf Grund der hergebrachten, ererbten Wachsthumsrichtung.

Nachträglich macht mich Herr Vöchting auf eine Aeusserung von ihm aufmerksam, welche meine vorhin gegebenen Beispiele von bestimmten erworbenen und vererbten Wachsthumsrichtungen zu besonderem Ausdruck bringt, wenn er auch die von mir vertretene Auffassung seinerseits nur als eine hypothetische geben will. Er spricht von der Erklärung des allmählichen Höherwerdens der Pflanzen auf der Erde und sagt: „Geht man von der Vorstellung aus, dass die ersten geotropischen und heliotropischen . . . . Organe unter dem Einfluss der Schwerkraft und des Lichtes erzeugt wurden, so folgt nach den heute geläufigen Anschauungen über die Entwicklung der Organismen, dass da, wo die übrigen Bedingungen günstig zusammentrafen, immer höhere Gebilde entstehen mussten, bis endlich die heutigen Riesen der Pflanzenwelt producirt wurden". Und vorher: „Nachdem ich den Einfluss der Schwerkraft und des Lichtes auf die Entstehung von Wurzeln und Sprossen nachgewiesen hatte, bot sich die Annahme von selbst dar, den inneren Gegensatz als eine allmählich accumulirte Funktion der genannten beiden Kräfte, besonders der Schwerkraft aufzufassen. In der That müsste es doch sehr sonderbar erscheinen, wenn diese Kräfte trotz ihres stetigen Einflusses keine erblichen Eigenschaften hervorgerufen hätten. Wenn man bedenkt, dass die Gangart, an welche eine Stute dressirt ist, sich auf das Füllen vererbt, dann ergiebt es sich fast von selbst, nach einer erblichen Funktion jener Kräfte an den Organismen zu suchen, auf welche sie seit undenklicher Zeit in derselben Art eingewirkt haben. Wäre eine solche Funktion nicht vorhanden, so müsste das sogar höchst auffallend erscheinen" [1]).

---

1) Vergl. H. Vöchting: Ueber Spitze und Basis an den Pflanzenorganen. Botan. Zeitung 1880, S. 596, 97.

Vöchting tritt damit Ausstellungen von Sachs entgegen, welche dieser zur Widerlegung von Vöchting's Ansicht gemacht hatte, dass die Thatsachen seiner Wiedererzeugungsversuche an Pflanzen als erbliche Erscheinungen aufzufassen seien. Sachs betrachtet jene Erscheinungen als eine Folge des Einflusses der Schwerkraft auf die noch jungen wachsenden Organe. Nicht auf erblichen Gründen beruhe die Wirkung des Gegensatzes von Licht und Schwerkraft, sondern dieser Gegensatz stelle nichts als eine „Prädisposition" dar, welche die Organe jedesmal während ihrer Entwicklung durch Licht und Schwerkraft empfangen [1]).

Damit wird also die Erblichkeit einfach bestritten, es wird behauptet, dass es die äusseren Reize allein seien, welche während der Entwicklung der Pflanzen auf dieselben wirkend ihre verschiedenen Formgestaltungen hervorrufen. Zu welchem Ende führt eine solche Auffassung! Zum Leugnen des ganzen Wesens der Entwicklungsgeschichte, das doch unbestreitbar vorzüglich auf Vererbung beruht. Sie führt dahin anzunehmen, alle Keime seien gleich und die Thatsache, dass aus einem Kirschkern ein Kirschbaum, aus einer Erbse aber eine Erbsenpflanze wird, beruhe nur auf der Verschiedenheit äusserer Reize.

Vöchting kommt in einer gegen die Angriffe Sachs' gegen ihn gerichteten Vertheidigungsschrift zu Aeusserungen, welche noch bestimmter als das schon Mitgetheilte die Uebereinstimmung unserer Auffassungen darthun, was mir um so werthvoller ist, als ich diese Schrift erst genauer kennen lernte, nachdem meine Ansichten in Vorstehendem schon niedergeschrieben waren. Er sagt unter Anderem [2]), dass jedes Organ, welcher Art es immer sei, innere Bedingungen mitbringt, welche in den von ihm mitgetheilten Fällen in erster Linie dafür massgebend seien, an welchen Stellen z. B.

---

1) J. Sachs: Stoff und Form der Pflanzenorgane. Arbeiten des bot. Inst. z. Würzburg. Bd. II, p. 3, S. 469 ff.

2) Ueber Organbildung im Pflanzenreich II, S. 192. Bonn 1884.

eines Stückes einer Weide Wurzeln entstehen: es sind immer solche innere Bedingungen, „welche in erster Linie für den Ort der Neubildungen massgebend sind. Erst auf den so ausgerüsteten Körper wirken die äusseren Faktoren mitbestimmend ein".

Jene „inneren Bedingungen" sind eben die von mir sogenannten constitutionellen Ursachen [1]).

Ebenso wie Sachs leugnet Pflüger [2]) die Erblichkeit — indem er gegen die Vererbung erworbener Eigenschaften auftrat, muss ihm vorbereitender Antheil an den Weismann'schen und Nägelischen Auffassungen zugeschrieben werden. Seine Ansicht beruht auf der von ihm gemachten Entdeckung, dass die Schwerkraft auch bei den Thieren auf die Entwicklung des Embryo von Einfluss ist insofern als der junge Frosch nicht so wie gewöhnlich in dem nach oben schauenden dunkeln, sondern in dem hellen Pol des Eies sich anlegt, wenn man dafür sorgt, dass dieser statt jenes nach oben schaut. Pflüger geht also von der Ansicht aus, dass, wenn Erblichkeit bestände, die Dottermasse des dunkeln Theiles des Eies durch Vererbung längst allein die Fähigkeit erhalten haben müsste, den Haupttheil des Embryo zu bilden. Diese Auslegung der Thatsachen scheint aber wohl nicht stichhaltig, weil, wie Pflüger selbst anerkennt, die ganze Furchung ja vom Kern aus-

1) Später hat Sachs (J. Sachs: Stoff und Form der Pflanzenorgane II. Arb. d. botan. Inst. Würzburg II, S. 689) solche inneren Ursachen nicht nur angenommen, sondern auch erklärt, dieselben niemals bestritten zu haben. Es sei hier bemerkt, dass Sachs (Naturwissenschaftliche Rundschau 1886, No. 5) später Weismann gegenüber behauptete, die Lehre von der Continuität des Keimplasma schon früher aufgestellt zu haben (Sachs, Pflanzenphysiologie 1882, 43. Kapitel). Es handelt sich aber, wie Weismann erwidert (Zur Annahme einer Continuität des Keimplasmas. Ber. der naturf. Ges. zu Freiburg i. B. 1886), bei Sachs nur um die Thatsache, dass aus der Keimsubstanz der einen Generation auch die der folgenden hervorgeht.

2) Pflüger: Ueber den Einfluss der Schwerkraft auf die Theilung der Zellen und auf die Entwicklung des Embryo. Archiv für die gesammte Physiologie, 32. Bd. 1883.

geht und weil es sich bei der künstlichen Umkehrung des Eies vielleicht einfach um Lageveränderungen des Kernes und damit um Verschiebung seines Einflusses auf das ihn umgebende Eiplasma handelt: möglicherweise sammelt sich der Bildungsdotter bei dieser Lageveränderung des Kernes mehr um denselben. Die Lageveränderung des Kernes kann aber daher kommen, dass derselbe specifisch leichter ist, als der übrige Inhalt des Eies. Die Versuche über Schwerkraft wären dann viel beweisender im Sinne Pflüger's, wenn die Schwerkraft noch dieselbe Wirkung hätte, nachdem die Furchung schon beendigt ist [1]).

Pflüger gelangt nun im Anschluss an seine Ergebnisse über den Einfluss der Schwerkraft auf die Entwicklung zur Besprechung der Wiedererzeugung, indem er auch diese gegen die Erblichkeit zu verwerthen sucht. Da ein vom Ganzen weggenommener Körpertheil sich aus dem Ganzen wiedererzeuge, also neubilde, sei damit der Beweis gegeben, dass er sich trotz des Mangels aller Vererbung neubilde. Zugleich sucht Pflüger eine Erklärung für die Wiedererzeugung in folgender Weise zu geben [2]): „Wenn immer gerade das ersetzt wird, was verloren ging, so ist es klar, dass das wieder neu erzeugte Glied nicht aus einem präexistirenden Keim des Gliedes entstand. Die Wundfläche des Armstumpfs hat Nährmaterial an-

1) Nach Rauber und Roux (Rauber: Schwerkraftversuche an Forelleneiern. Sitz.-Ber. Nat.-Ges. Leipzig. Februar 1884. Roux: Ueber die Entwicklung der Froscheier bei Aufhebung der richtenden Wirkung der Schwere. Breslauer Aerztl. Zeitung 22. März 1884) bildet sich bei Anwendung der Centrifugalkraft übereinstimmend mit meiner oben gegebenen Erklärung der Embryo in der Richtung dieser Kraft. Vergl. hierzu auch Born (Ueber den Einfluss der Schwere auf das Froschei. Arch. f. mikrosk. An. 24. Bd. 1885), welcher früher die oben gegebene Erklärung vertrat, aber, wie mir scheinen will, aus nicht stichhaltigen Gründen von derselben zurückgekommen ist, ferner O. Hertwig (Welchen Einfluss übt die Schwerkraft auf die Theilung der Zellen. Jen. Zeitsch. f. Naturw. 18. Bd.), der nach Versuchen mit Seeigeleiern den Pflüger'schen Angaben wesentliche Bedeutung abspricht.

2) A. a. O. S. 65, 66.

gezogen und die Moleküle desselben organisirt zu einem Arme. Die ordnende Kraft ist aber eine Molekularkraft, die von der lebendigen Substanz des Stumpfes aus nicht in die Ferne wirken kann, sondern nur dadurch, dass sie die in die Aktivitätssphäre ihrer Moleküle gerathenden Nährmoleküle anzieht, an bestimmte Orte treibt und so gleichsam eine neue lebendige Schicht auf sich niederschlägt. Wie nun diese neue Schicht organisirt ist, hängt offenbar von dem Gesetz der Organisation, d. h. von der Molekularanordnung und dem chemischen Zustande in der Oberfläche ab, auf welche sich jene neue Schicht absetzte. Es ist der Zustand dieser Schicht mit einem Worte die mathematisch nothwendige Folge des Zustandes jener älteren generirenden Schicht. Weil aber bei der embryonalen Entwicklung diese letztere Schicht auch schon da war, ehe die heute nun erzeugte entstand, so musste diese damals genau so entstehen, wie sie jetzt zum zweiten Mal entstand. So baut sich Schicht auf Schicht, die jüngere stets das Kind der älteren, bis das Organ wieder ersetzt ist. Der Grund der Wiedererzeugung liegt also darin, dass die wunde Fläche des Armstumpfes so arbeitet, wie sie es immer thut, auf die Moleküle der an sie grenzenden Schicht richtend, ordnend, organisirend wirkend, weshalb jedes Nährstofftheilchen, das in den Bereich derselben geräth, sofort sich einfügt dem von ihr vorgeschriebenen Gesetz ...... Weil also die oberflächlichste Lage der in der Wundfläche liegenden lebendigen Moleküle eine fast unwägbare, kleine Menge von Substanz, das ganze Glied mit mathematischer Nothwendigkeit erzeugt, sehr analog wie ein Schneeflöckchen eine Lawine bildet, und weil dies für alle Glieder gilt, so ist es nicht schwer sich zu denken, dass von einer sehr viel kleineren Oberfläche, etwa einem Ellipsoide aus sich der ganze Rumpf und Kopf erzeugen kann, wenn der Oberfläche hinreichendes Nährmaterial zugeführt wird". Weiterhin wird besonders hervorgehoben, dass es immer eine bestimmte Richtung sei, in welcher die neubildende Wirkung erfolge. Durchschneide man einen Nervenstamm, so zeige die Oberfläche, welche dem mit dem Centralnervensystem

noch zusammenhängenden Nervenstumpf angehöre, eine ungeheure, regenerirende Kraft, während die andere Schnittfläche mit den peripherischen Nerven absterbe, obwohl sie sich mit jener Fläche unter sonst gleichen Bedingungen befinde. Die organisirenden Flächen eines Körpers zeigten also eine Polarisation, indem die eine Seite derselben nicht dieselbe Beschaffenheit wie die andere darbiete. Die Richtung der Polarisation der wiedererzeugenden Flächen sei die Ursache der Richtung des Wachsens, deshalb könne im Allgemeinen ein Theil des Thieres durch Wachsthum sich nicht zum ganzen Thiere ergänzen. — Das Beispiel mit der Wiedererzeugung von Nerven scheint mir eine andere sehr naheliegende Erklärung zu verlangen: es ist selbstverständlich, dass nur der mit dem Centralnervensystem in Zusammenhang bleibende Theil des Nerven am Leben bleibt und Wiedererzeugungskraft zeigt, und dass der andere abstirbt, denn nur jener steht nach der Durchschneidung noch unter dem nothwendigen Einfluss aller Lebensbedingungen des Gesammtkörpers, nur er ist auch noch als Nerv thätig, der andere hat seine Thätigkeit als Nerv aufgegeben und muss daher als solcher zu Grunde gehen.

Pflüger nimmt also an, dass ebenso wie bei der Entwicklung eines Organs die Vollendung desselben in einem gegebenen Augenblick immer von der jetzt fertigen „polarisirten" Endfläche aus geschehe, so auch die Wiedererzeugung. Dass, sagt er ferner, bei einem Hund der ausgeschnittene Gallengang sich wieder erzeuge und ebenso ein ausgeschnittener Nerv in weitem Umfange und so weiter, sei verständlich, weil das ausgeschnittene Stück das Ergebniss der direkten und indirekten organisatorischen Arbeit sei, welche die durch den Schnitt bloss gelegte Fläche erzeugt habe und continuirlich (bei der Restitution im Stoffwechsel) immerfort wieder bilde.

Hierzu mag bemerkt werden, dass eine zweckmässige Neubildung im Innern des Körpers selbstverständlich zuweilen durch einfache mechanische Verhältnisse und durch einfache Reizwirkungen

sich erklären wird: so vielleicht die Wiedererzeugung eines Flüssigkeit führenden Kanals, dessen Inhalt auch nach seiner Durchschneidung dieselbe Bahn wie vorher eingehalten hat. Im Uebrigen scheint mir die Vorstellung, dass nach Entfernung irgend eines Theiles wesentlich die Polarisation der proximalen Endflächen die Ursache der Wiedererzeugung sei, schon eben dadurch widerlegt, dass in der That Theile von Thieren zu ganzen Thieren wieder heranwachsen können: es kann dies eben nur durch die Annahme erklärt werden, dass sämmtliche Theile des Körpers in Folge einer erworbenen, bestimmten Wachsthumsrichtung auf Grund eines bestimmten Gestaltungsvermögens in der von mir vertretenen Weise betheiligt sind, wenn auch, je höher die Thiere stehen, um so mehr auf Grund der Vererbung in den einzelnen Theilen ein bis zu einem gewissen Grade eigenartiges solches Vermögen sich gebildet hat. Alle Thatsachen der Wiedererzeugung sprechen nicht gegen die Vererbung erworbener Eigenschaften, sondern, wie mir scheint, in unwiderleglicher Weise für dieselbe. Uebrigens äussert sich Pflüger am Schluss seiner Betrachtungen in einem Satze, welcher wenigstens der Bedeutung des Gesammtkörpers für die Wiedererzeugung in gewissem Sinne gerecht wird. „Sind", sagt er, „in gewissen Regionen des Körpers durch Gifte und Schädlichkeiten Molekülgruppen aus ihrer gesetzlichen Anordnung getreten und verwirrt, so wirkt fortwährend fast der ganze Körper, soweit er noch normal ist, indem von Schicht zu Schicht immer wieder die normale Lagerung der Theilchen hergestellt wird, weil jede der nächstfolgenden ein bestimmtes Gesetz aufprägt und weil sie ohne Unterlass arbeitend ihren Stempel allmählich wieder zur Geltung bringt."

Meines Erachtens fällt dagegen die Wiedererzeugung verloren gegangener Theile ebenso unter die Gesetze des Erwerbens und Vererbens wie das gewöhnliche Wachsen: sie ist nichts als unter besonderen Verhältnissen in verstärktem Masse vor sich gehendes Wachsen.

Ein wie natürlicher Vorgang sie ist, wie berechtigt es ist, sie

den gewöhnlichen Gesetzen des Wachsens unterzuordnen, und wie sie abhängig ist von dem jeweiligen Zustand des Gesammtkörpers, das zeigt in ausgezeichneter Weise die Wiedererzeugung der Geweihe der hirschartigen Thiere gleich dem Haar- und Federwechsel, ein Beispiel für nicht pathologische, sondern für rein physiologische Wiedererzeugung und zwar ein Beispiel für Wiedererzeugung überhaupt, wie es schöner nicht gedacht werden kann. Nur bei den Männchen entstehen dort, mit Ausnahme des Renthiers, die Geweihe und sie bilden sich bei ihnen nicht mehr aus nach vorhergegangener Entmannung (Castration). Sie bilden sich in ganz bestimmter Gesetzmässigkeit, jeweils nachdem sie abgefallen sind, mit den Jahren zusammengesetzter wieder: sie wachsen. Dieses Wachsen, ihre gewöhnliche Wiedererzeugung, wird aber beeinträchtigt, sie kümmern mit der Verletzung des Hoden und setzen zurück mit dem Nachlass der Geschlechtsthätigkeit.

Durch dieses Beispiel ist zugleich die von mir vorhin hervorgehobene Beziehung der Wiedererzeugung zur Correlation klar gestellt.

Die Wiedererzeugung ist nur der verstärkte und unter besonderen Verhältnissen stattfindende Ausdruck eines Vorgangs, welcher fortwährend in unserem Körper sich vollzieht, so lange wir leben: gleich ihr beruht auf erworbener und vererbter Wachsthumsrichtung, auf erworbenem und vererbtem Gestaltungsvermögen die fortwährend stattfindende Erneuerung der Theile des Körpers auch der höchsten Thiere während ihres Lebens: es ist diese Erneuerung im Grunde nichts Anderes als eine langsam vor sich gehende Wiedererzeugung. Schon zu ihrer Erklärung ist es nöthig anzunehmen, was ich für die Wiedererzeugung verloren gegangener Theile angenommen habe und was jedes Heranwachsen zu irgend einer bestimmten Form voraussetzt: dass durch Vererbung erworbener Eigenschaften in jedem werdenden und in jedem fertigen Organismus eine Beziehung aller Theilchen

untereinander gegeben sei, welche ihren Ausdruck in dem Bestreben findet, sich zum Ganzen zu gestalten und das Ganze zu erhalten, bezw. wiederherzustellen, ferner dass sich, je länger Arbeitstheilung ausgebildet ist, um so mehr eine besondere Wachsthumsrichtung in den einzelnen Theilen ausgebildet hat.

Als besonders bemerkenswerth für diese Auffassung und für meine ganze Lehre vom organischen Wachsen der Lebewelt mag die Thatsache hervorgehoben werden, dass bei dieser während des ganzen Lebens stattfindenden Erneuerung von Zellen des Körpers diese Erneuerung, bezw. die Theilung der Zellen auf denselben Vorgängen beruht, welche die Theilung der ersten Furchungszelle begleiten und welche während der ganzen Entwicklung statthaben. Es erscheint somit die fortwährende Zellvermehrung, die Wiedererzeugung von Zellen im fertigen Körper gewissermassen als eine Nachwirkung der Befruchtung, wie als eine Fortsetzung der Wachsthumsvorgänge, welche die Entwicklung der Organismen selbst darstellt.

So beruht die ganze Umbildung der Organismen, ihr ganzes Leben auf Erwerben und Vererben von Vermögen und auf dadurch bedingtem Wachsen. Hört die Fähigkeit dazu auf, so bedeutet dies den Tod.

Schluss.

Durch die folgende Rede schliesse ich den ersten Theil dieses Buches ab, nicht nur weil sie wesentliche der in demselben ausgeführten Ansichten schon enthält, sondern besonders deshalb, weil sie die Voraussetzung meiner ganzen Auffassung, die Lehre von der Einheit der organischen Natur grundsätzlich zum Ausdruck bringt.

Meine Auffassung von den Ursachen der Entstehung der Arten ist nichts anderes, als die folgerichtige Anwendung jener Voraussetzung auf die Erklärung der Manchfaltigkeit der Lebewelt. Man sollte meinen, dass dieselbe bei allen denjenigen, welche sich mit der Erklärung der Entstehung der Arten im Sinne einer allmählichen Umbildung dieser abgeben, allbeherrschend sei. In der That bestreitet Niemand unter ihnen heutzutage mehr, dass Abarten, Arten, Gattungen, Familien u. s. w. mehr oder weniger deutlich in einander übergehen und dass sie in letzter Linie künstliche Begriffe seien. Ja es sind gerade die ausgesprochensten Anhänger der Entwicklungslehre, bezw. des Darwinismus, welche sich nicht nur über die Speciesmacherei, sondern besonders darüber aufzuhalten pflegen, dass die Systematiker die Abart nicht etwa als einen Uebergang

von Art zu Art, sondern als eine ziemlich werthlose Abirrung von dem feststehenden Typus der Art betrachten. Und doch ist gerade bei den neueren Versuchen einer Erklärung der Entwicklung jener Grundsatz der Einheit der organischen Natur mehr oder weniger ausser Acht gelassen worden und sie zeigen, dass Transmutisten nicht minder grossen Unterschied zwischen Art und Abart machen, als jene Systematiker: sie machen diesen Unterschied, indem sie zwar anerkennen, dass gewisse Einwirkungen der Aussenwelt die Entstehung von Abarten veranlassten, aber leugnen, dass dieselben Ursachen zur Entstehung von Arten führten. Sie halten an jenem Grundsatz auch darin nicht fest, dass sie verschiedene Gesetzmässigkeit für die Umbildung der einzelligen und der vielzelligen Lebewesen aufstellen.

Gewiss muss aber geradezu auffallen, dass noch nie der doch eigentlich selbstverständliche Gedanke durchgeführt worden ist, dass, wenn dieselben Grundgesetze für die ganze Lebewelt gelten, und wenn Arten nur eine Summe von Individuen und Gattungen nur eine Summe von Arten sind, Familien nur eine Summe von Gattungen u. s. w., Summen, welche sich aus ursprünglich gleichartigen Individuen abgegrenzt haben, dass dann für die Entstehung dieser Gruppen ganz dieselben Gesetze gelten müssen, wie für die Einzelwesen, dass die Ursachen, welche ein Einzelwesen im Rahmen der Art verändern, dieselben sein müssen, welche es auch über diesen Rahmen hinaus verändern. Endlich, dass somit auch die besonderen Gesetze des Wachsens, welche ein Einzelwesen während seines Lebens beeinflussen und verändern, diejenigen sein müssen, welche im Wesentlichen der Manchfaltigkeit der ganzen organischen Formenwelt zu Grunde liegen.

Wer sich so vollständig der Herrschaft des Grundsatzes von der Einheit der organischen Welt unterordnet, wer alles von sich weist, was diesem Grundsatz widerspricht, der wird wohl nicht umhin können anzuerkennen, dass in der That, wie ich meine, die letzten Ursachen der Entstehung verschiedener Sippen im Pflanzen-

und Thierreich auf individuelle Verschiedenheiten zurückzuführen sein müssen und dass sie, wie diese, auf keinen anderen als auf durch äussere Verhältnisse wesentlich bedingten Verschiedenheiten, bezw. auf Abänderungen organischen Wachsens beruhen können.

Nur auf diese Weise ist es auch möglich, die Entstehung und die Einheit der Geistesthätigkeiten, so wie ich dies versucht habe, anf natürlichem Wege zu erklären.

Ueber den Begriff

des

thierischen Individuum.

Rede

gehalten auf der 56. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte
zu Freiburg i. B. am 21. September 1883

von

Prof. Dr. G. H. Theodor Eimer
in Tübingen.

Nach der im Tageblatt der Versammlung erschienenen stenographischen Wiedergabe.

Gern stellt sich der Mensch ausserhalb der übrigen Natur.

Es widerstrebt ihm, seine Gemeinschaft zuzugestehen mit Wesen, die er geringschätzt.

Er allein will Herrscher sein, er allein der Weise, er die Krone der Schöpfung.

Wer wehrt es ihm, sich selbst so zu nennen?

Und doch, wie gering ist sein Vermögen!

Der Mensch, der mächtige — machtlos steht er da gegenüber den geringsten Organismen, welche einzudringen streben in sein Blut, um ihn zu verderben.

Eine Welle Wassers tödtet ihn, während das Weltmeer strotzt von Leben, das seiner Herrschaft spottet.

Und wen hätte nicht schon das Gefühl der Schwäche, der Unvollkommenheit beschlichen, wenn er den Raubvogel kreisen sah in den Lüften, der — kaum noch sichtbar unserem matten Auge — das kleinste Wesen auf der Erde erkennt, das er sich zur Beute auserkoren?

Wird er sich weniger achten, dieser König, in seinem Gebiet, als der Herrscher tief unter ihm?

Aber nicht minder hat ein jedes Thier das volle Recht, sich als Herrn zu fühlen in seinem Reich; denn ein jedes ist auf seine Art auf das Vollkommenste eingerichtet — wäre es das nicht, wäre es nicht Herr in seiner Art, so würde es nicht bestehen.

Man sieht es ihm an, dem kleinsten Infusorium unter dem Mikroskop, wie es sich als Herrscher fühlt im Wassertropfen, den es für das Weltall hält — behend und sicher tastet es umher, bewegt es sich pfeilschnell hierhin und dorthin, nicht ahnend, in wessen Hand es ist und dass in wenig Minuten das bischen Feuchtigkeit geschwunden sein wird, welches jetzt noch sein Leben fristet.

Wer aber da einwenden möchte, dass der Mensch, wenn nicht in allem Einzelnen, so doch im Ganzen Herrscher der Erde sei,

der bedenkt nicht, wie dieser Herrscher selbst, so stolz jetzt, im nächsten Augenblick im Gefühl seiner Schwäche eine höhere Macht sich zum Herrn setzt.

Denn die Ohnmacht gegenüber den Schlägen des Lebens, gegenüber der Allgewalt der Aussenwelt, gegenüber dem Tode, sie ist die erste Veranlassung zu dieser Unterwerfung, die unser Schicksal in höhere Hände legt und diese um Hilfe anfleht in der Noth.

So beugt sich der Herrscher Mensch, der geringschätzende Missachter der ihn umgebenden Natur und ihrer Geschöpfe, in Demuth vor dieser Natur, sich erniedrigend selbst zum Götzendienst, der einem schwachen Gleichgeborenen das Scepter in die Hand drückt unfehlbarer Weisheit und Macht.

Wie liesse sich wohl der Weg finden aus diesem Zustand des Widerspruchs, wie das Mass der des Menschen wahrhaft würdigen Ansprüche an die Aussenwelt, und wie damit die Grundlage einer harmonischeren Gestaltung seines Geisteslebens?

Ich meine, durch allseitige Anerkennung der thatsächlichen gegenseitigen Stellung der organischen Wesen in der Natur.

Bei der Art der Behandlung dieser Frage, welche ich wählte, leitet mich zugleich die Absicht, durch eine specielle Betrachtung zu zeigen, wie sehr im Unrecht Diejenigen sind, welche nicht müde werden zu behaupten, dass die Lehren der Naturwissenschaften, besonders der neueren, im Widerspruch stehen mit der Moral, und überhaupt mit idealer Auffassung.

Ich will andeuten, wie vielmehr das Gegentheil der Fall ist, wie gerade jene Lehren, richtig genommen, sich decken mit den Gesetzen, welche die edelsten Ansprüche an das Leben gebieten.

Und wie könnte es anders sein, da doch diese Gesetze hervorgegangen sind aus dem ureigenen Bedürfniss der Natur selbst!

Zur Ausführung meiner Aufgabe will ich das scheinbar in sich Abgeschlossene des thierischen Organismus, wie es durch den Namen Individuum, d. i. Untheilbares, bezeichnet wird, in der Berechtigung abgegrenzten Bestehens selbst angreifen und den Beweis zu führen suchen, dass der Begriff eines solchen Untheilbaren einer genaueren Untersuchung nicht Stand zu halten vermag.

Ich will diesen Beweis zu führen suchen:

1) auf Grund der Betrachtung der Frage von der abgeschlossenen Einheit der Einzelwesen selbst, und
2) auf Grund der Behandlung des unmittelbaren Zusammenhangs der Einzelwesen auch verschiedener Art an der Hand neuer Beweise.

I.

Unter den Merkmalen, welche man als unterscheidende zwischen Thieren und Pflanzen aufgestellt hat, ist als eines der hervorragendsten stets das hervorgehoben worden, es sei das Thier eine in sich abgeschlossene Einheit, von welcher man kein Stück loslösen könne, ohne dass das Ganze selbst leide, und ohne dass der abgelöste Theil vielleicht sogar zu Grunde gehe, während dagegen die Pflanze die verschiedensten Eingriffe in ihr Ganzes ertrage und mehr oder weniger künstlich theilbar, durch Theilung vermehrbar sei. Diese Auffassung steht nun aber in Zusammenhang mit der andern und ist die Bedingung der andern, welche besagt, dass das Thier gegenüber der Pflanze eine untheilbare Seele besitze.

Es erregte auf Grund dieser Auffassung das allergrösste Erstaunen, als um die Mitte des vorigen Jahrhunderts Trembley an einem kleinen unscheinbaren, aber doch unzweifelhaften Thier, der Hydra, dem sogenannten Süsswasserpolypen, der sich in unseren Wassern findet, zeigen konnte, dass man dieses Thier nach den verschiedensten Richtungen in lauter kleine Stückchen zertheilen kann mit dem Erfolg, dass aus jedem einzelnen Stück ein neues Thier heranwächst. Diese Versuche erregten die allergrösste Aufmerksamkeit selbstverständlich nicht allein der Naturforscher, sondern auch der Philosophen und der Theologen — gerade mit Bezug auf die Frage von der Untheilbarkeit der Seele.

Der Philosoph Bonnet und andere machten die Versuche von Trembley nach und dehnten sie auf andere Thiere aus, besonders auf einen kleinen Wurm, der ebenfalls in unseren Süsswassern lebt, die Nais proboscidea, das Wasserschlängchen, ein Thier, das in seiner Gestalt Aehnlichkeit mit dem Regenwurme hat, zu dessen Gruppe es auch gehört. Es zeigte sich, dass man diesen Wurm quer in lauter einzelne Stücke zertheilen kann mit dem Erfolg, dass nach der Theilung jedes einzelne Stück weiter lebt. Aber es zeigte sich auch, dass ein solcher Wurm zum Zweck der Vermehrung sich selbst theilt in ganz derselben Weise, wie er künstlich getheilt werden kann.

Es ist übrigens hervorzuheben, dass man in beiden genannten Fällen verschiedene Verhältnisse vor sich hat: bei der Hydra, bei dem Süsswasserpolypen, kann man das ganze Wesen nach den verschiedensten Richtungen hin zertheilen; bei dem Wurm haben wir dagegen gewissermassen abgeschlossene, hintereinander gelagerte Abschnitte, über die man bei der Theilung nicht hinausgehen kann, wenn man nicht die Theile gefährden will, nämlich die Körperringel.

Derartige physiologische Versuche waren, nachdem überhaupt die physiologische Behandlung der Zoologie in der letzten Zeit ganz ausserordentlich und, wie ich meine, zu ihrem grossen Schaden zurückgetreten ist, lange nicht wieder gemacht worden. Es schien mir

sehr am Platze zu sein, ähnliche Versuche anzustellen, indem ich von der Ansicht ausging, es könnte durch die Behandlung von Thieren, welche zwischen der Hydra und dem Wurm stehen, die Möglichkeit gegeben sein, den Anfängen des Nervensystems im Thierreiche auf die Spur zu kommen.

Denn beim Wurm haben wir — und das ist die Ursache davon, dass wir ihn mit dem angegebenen Erfolg in abgeschlossene Stücke (Ringel) theilen können — ein Nervensystem, welches in seinen einzelnen Theilen in jedem Stück (Ringel) sich wiederholt, — einen Strang, der am Bauche des Thieres hinläuft und in jedem Glied zu einem Ganglion anschwillt, welches gewissermassen als je ein Gehirn des Thieres aufgefasst werden kann. Ebenso ist es mit den übrigen Organen, indem sich dieselben in jedem Glied des Wurmes wiederholen, so dass der Wurm anzusehen ist als ein Compositum von einzelnen Theilen, von denen jeder wieder ein abgeschlossenes Ganzes ist. Dieser Wurm ging aber wieder hervor aus einer einfachen ungetheilten Larve.

Ich wählte für meine Untersuchungen zunächst Quallen verschiedener Art. Ich will hier nur Versuche erwähnen, welche ich bei den sog. „Schirmquallen“ machte. Viele von Ihnen, jedenfalls diejenigen, welche an der See wohnen oder Seebäder besuchen, kennen diese Thiere, von denen besonders gewisse Arten unter Umständen dem Badenden sehr unangenehm dadurch werden, dass sie ihn reizen durch kleine Drüsen, die Fäden ausschnellen und eine Säure einspritzen. Man kann eine solche Schirmqualle vergleichen mit einem Regenschirm, wenn man annimmt, dass die Wand des Regenschirmes aus einer gallertartigen wasserreichen Masse besteht, und dass an Stelle der Drähte, die unter dem Schirm sich befinden, in der Gallerte Kanäle verlaufen, welche in einem gemeinsamen Raum zusammenstossen, in der Kuppe des Regenschirmes, im Magen des Thieres, um durch den Stiel des Regenschirmes nach aussen sich zu öffnen, im Munde. Am Rande dieses Schirmes sitzen in regelmässigen Abständen einzelne kleine Körper, welche man lange vermuthungsweise als Sinnesorgane angesehen hat, die sogenannten Randkörper — einer je an einem Kanal.

Wenn ich ein solches Thier so in zwei Hälften zerschnitt, dass ich den Schnitt über die Kuppe desselben führte, so zeigte sich, dass die beiden Hälften selbständig weiter schwammen. Dabei muss betont werden, dass die Bewegungen der Schirmquallen geschehen durch Auf- und Zusammenziehen des Schirmes. Dann schnitt ich das Thier in vier, in acht Theile; ich konnte es schneiden in so viele Theile, als Randkörper vorhanden waren — und jedes einzelne Stück suchte sich selbständig weiter zu bewegen.

Nahm ich ein solches Stück — einen Radius des Ganzen — und schnitt an diesem Radius wieder ein Stück ab, so war jeder Theil todt, der nicht in Verbindung stand mit dem kleinen Körper am

Rande, mit dem sogenannten Rand- oder Sinneskörper. Der kleinste mit diesem in Verbindung stehende Theil aber bewegte sich noch, pulsirte in ganz bestimmter Weise rhythmisch, etwa wie das ausgeschnittene Herz eines Frosches. Ein Stich mit der Nadel in einen bestimmten Theil des Randkörpers — und die Bewegung hörte auch an diesem kleinen Theilchen auf. Hier war also der Ausgangspunkt der Bewegung, hier war ein Nervencentrum.

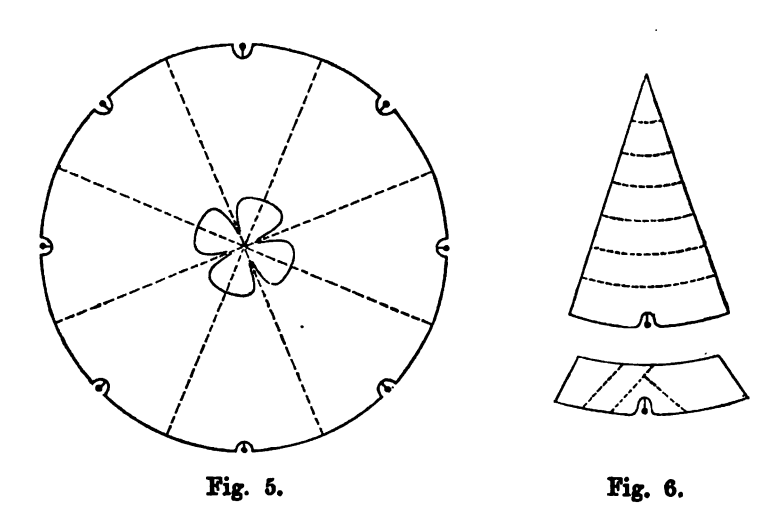


Fig. 5. Fig. 6.

Schnitt ich aus der Qualle die Kuppe aus, so dass nur der Rand übrig blieb, so bewegte sich dieser Rand ganz vergnügt, wie ein selbständiges und unverletztes Thier im Wasser, aber die Kuppe schien todt. Schnitt ich aus dem ganzen Thier alle Randkörper aus bis auf einen, so bewegte sich das Thier wie ein gesundes; schnitt ich aber sämmtliche Randkörper aus, so schien die Kuppe todt, bewegte sich nicht mehr.

Wenn man beobachtet, wie sich unsere Thiere unverletzt im Wasser bewegen, so bemerkt man, dass die Bewegung ausgeht, immer von einem Randkörper nach verschiedenen Richtungen, wie durch einen Telegraphendraht sich fortpflanzend. Aber in einem Augenblick beginnt die Bewegung hier, im nächsten dort, im nächsten wieder wo anders.

Wo haben wir nun in einem solchen Thier ein Individuum zu suchen? Es ist nicht ein Untheilbares, sondern es ist ein Theilbares, ein in so und so viele Theile Zerlegbares. Wir können aber auch nicht den kleinsten lebensfähigen Theil des Ganzen als ein Individuum bezeichnen, denn dieser kann nicht dauernd für sich fortleben, er geht nach einiger Zeit zu Grunde.

Vergleichen wir diese Verhältnisse mit denen, welche ich beim Wurm geschildert habe, so sehen wir einen Unterschied. Dort bekommen wir durch Zerschneiden auch einen lebensfähigen Theil; aber der Theil, den wir herausschneiden, bleibt nur einen gegebenen Augenblick ein Individuum; im nächsten Augenblick fängt er an, sich wieder zu einem ganzen Wurm heranzubilden, was bei der Qualle nicht der Fall ist.

Nun noch ein Anderes. Wenn eine solche Qualle unbeweglich gemacht worden war und ich sie in günstige Lebensbedingungen brachte, frischem Wasser überliess, dann traten an irgend einer Stelle der Kuppe nach einiger Zeit Zuckungen auf; weiter und weiter griffen diese Bewegungen um sich, sie wurden rascher, lebhafter und es war nach einiger Zeit ein regelmässiges Pulsiren an dem verstümmelten Thier im Gange: es lebte weiter. Es ist somit ein neues Lebenscentrum an einem Punkte des Thieres entstanden, und dieses neue Centrum vollführt jetzt die Bewegungen des Ganzen, also eine höchst wunderbare Erscheinung, die sich aber erklärt durch die besonderen Verhältnisse des Nervensystems, welche sich mir im Weiteren eröffneten bei der genauen mikroskopischen Untersuchung unserer Thiere.

Dieses Nervensystem stellt nämlich den Anfang allen Nervensystems dar. Es besteht, abgesehen von Nervenfasern, aus Nervenzellen, die über die Oberfläche des Thieres hingelagert sind und an einzelnen Punkten des Körpers sich ansammeln zum Beginne von Centralorganen oder einer Anzahl von Gehirnen. So gering ist aber noch die Differenzirung in ein peripherisches und ein centrales Nervensystem, dass unter gegebenen nothwendigen Voraussetzungen an irgend einer anderen Stelle ein solches Gehirn aus der Anlage gewissermassen sich herausbilden kann, d. h. dass irgend eine andere Gruppe von Nervenzellen als solches thätig zu sein anfängt.

Es haben später mikroskopische Untersuchungen Dritter meine Beobachtungen bestätigt und auch auf andere Zoophyten übertragen.

Ich will wegen der Kürze der Zeit absehen von Versuchen und Untersuchungen, die ich noch gemacht habe an Rippenquallen, Versuchen, die allerdings nach verschiedenen Richtungen einen weiteren Einblick in entsprechende Verhältnisse geben würden, und will auf einen andern Punkt übergehen, der die Frage nach der Gestaltung der Individuen in der thierischen Natur erläutern kann.

Es gibt Thiere, die man mit nicht ganz genauem Ausdruck als Kolonien bezeichnet. Ich erinnere an die Korallen, die alle ursprünglich aus Einzelwesen hervorgegangen sind, also aus einer einfachen Larve, die angefangen hat, sich zu theilen und die nun eine Kolonie mit verschiedenen Individuen darstellt, wie man sich ausdrückt. Aber ein solches Individuum oder Einzelthier einer Koralle ist in keiner Weise ein in sich abgeschlossenes Ganzes; man kann die Korallen zertheilen nach den verschiedensten Richtungen hin

in diese Einzelthiere mit dem Erfolge, dass aus jedem eine neue Kolonie, sagen wir ein neuer Thierstock heranwächst.

Aehnlich ist es bei den Seesternen und bei den Schwämmen (Spongien). Auch sie sind zusammengesetzt aus einzelnen Theilen, von denen man jeden von dem gemeinsamen Stamm loslösen kann mit dem Erfolg, dass unter Umständen aus dem einzelnen Theile wiederum ein neues Thier heranwächst — bei den Schwämmen geschieht dies aus gleichviel welchen vom Ganzen losgetrennten und wieder in's Wasser geworfenen Stückchen. Wir haben also in allen diesen Fällen im ausgebildeten Thiere nicht ein Einfaches — und das eben will ich betonen — sondern ein Compositum, ein Zusammengesetztes.

Ein solches Zusammengesetztes haben wir nun aber auch bei Thieren, bei denen das gewöhnlich nicht vorausgesetzt wird, z. B. bei den Insekten und deren Verwandten, in der Gruppe der Arthropoden überhaupt. Nehmen Sie Fliegen oder Bienen, oder ein anderes derartiges Thier, so ist dasselbe nicht ein ursprünglich einheitliches Ganzes, sondern es ist deutlich aus der Entwicklungsgeschichte desselben zu erkennen, dass es aus wurmähnlichen Wesen hervorgegangen ist, d. h. aus solchen, die aus einer Reihenfolge von gleichartigen Theilen bestehen. Wir erkennen diesen Zustand noch gewissermassen in der Raupe beim Schmetterling; wir erkennen ihn auch in den Maden oder ähnlichen Larven verwandter Thiere. So ist in letzter Linie z. B. die Biene hervorgegangen aus einer Reihe von ursprünglich gleichwerthigen Abschnitten (Segmenten). Es hat sich aber eine Einheit in diesem Thiere dadurch gebildet, dass eine Arbeitstheilung in seinem Körper eingetreten ist, indem die verschiedenen Organe nicht mehr auf die einzelnen Theile des Körpers in gleicher Weise vertheilt sind, sondern zusammengezogen, vereinigt auf verschiedene Punkte dieses Körpers, und das gilt auch für das Nervensystem, obschon sich bei genauer Betrachtung herausstellt, dass da durchaus noch nicht die Einheit besteht, welche man erwarten dürfte. Denn die einzelnen Nervencentren, die im Körper eines solchen Insekts vorhanden sind, haben mehr oder weniger verschiedene Funktionen: man kann durch Reizung einer Gruppe der Nervencentren auf die Geschlechtsorgane, durch Reizung einer anderen auf die Bewegungsorgane einwirken u. s. w. Ich sage also nur: wir haben im Körper der Insekten ein Compositum, welches aus ursprünglich gleichwerthigen Abschnitten entstanden ist; infolge der Arbeitstheilung sind diese Abschnitte im Körper vereinigt, zusammengezogen in einzelne hintereinander lagernde Gruppen verschiedener Organe.

Dasselbe ist nun aber auch der Fall mit uns selbst. Auch die Säugethiere, mit Einschluss des Menschen, sind nicht einfache Individuen. Wir haben eine Gliederung in unserem Körper von vorn nach hinten. Es ist im Laufe der Entwicklung allerdings eine Zu-

sammenschiebung, eine Concentration eingetreten in sehr hohem Grade, wenigstens bei den höchsten Thieren; aber bei den niederen Formen der Wirbelthiere kaum mehr, als es der Fall ist bei den vorher genannten Arthropoden, im Besonderen bei den Insekten. Die Mittelpunkte der Vereinigung zeigen sich deutlich durch den Versuch, auch diese Thiere in verschiedenen Richtungen zu theilen. Man kann Insekten noch zerschneiden mit dem Erfolg, dass die einzelnen Theile, z. B. der hintere Theil eines Hirschkäfers, noch lange selbständig leben, ja sehr lange, wenn man sie vor dem Vertrocknen schützt. Dasselbe gilt aber auch für die Wirbelthiere. Denn wir sind im Stande, einem Frosch den Kopf abzuschneiden mit dem Erfolg, dass der übrige Theil des Nervensystems weiter arbeitet. Es erscheint mir, trotz anderer hierüber noch bestehender Auffassung, als unzweifelhaft, dass Willensthätigkeit bei diesem Thier auch in Theilen des Rückenmarks vorhanden ist; denn nachdem der Kopf abgeschnitten ist, handelt das Thier augenscheinlich durchaus bewusst. Eine Schildkröte — das ist ebenfalls bekannt — kann das Abschneiden des Kopfes lange Zeit überleben, und sie ist ebenfalls anscheinend noch willkürlich auf äussere Reize thätig. Je weiter wir in der Thierwelt nach aufwärts steigen, um so weniger ist allerdings ein solches Vermögen des Ueberlebens einzelner Theile, und ebensowenig ist die Fähigkeit zur Wiedererzeugung gegeben, welche bei den niederen Wirbelthieren noch besteht, denen z. B. abgeschnittene Beine oder Schwänze wieder nachwachsen. Bei uns sind nur noch Ueberreste dieses Wiedererzeugungsvermögens vorhanden in der Narbenbildung und in dem Wiederanwachsen von gewissen Theilen, welche dem Körper sofort nach der Abtrennung wieder angefügt werden.

Noch nach einer anderen Richtung hin lässt sich unsere Frage behandeln. Ebenso wie in den gegebenen Fällen ein sich Zusammenschieben der Organe im Innern des Körpers entstanden ist, so kommt es bei anderen Thieren vor, dass Organe sich nach aussen absetzen, so dass Bewegungsorgane, Verdauungsorgane, Geschlechtsorgane gewissermassen nur noch durch einen Stiel mit dem übrigen Körper in Zusammenhang stehen.

Das kommt vor bei Zoophyten, so bei den Röhrenquallen (Siphonophoren), überhaupt bei niederen Formen von Thieren. Es kommt hier auch vor, dass derartige Organe sich vom Ganzen trennen, selbständig umherschwimmen, dass z. B. Geschlechtsorgane sich vom gemeinsamen Körper loslösen und mit Seh- und Hörorganen versehen im Wasser sich frei bewegen, und dass aus der Vermischung der Geschlechtsstoffe dieser selbständig gewordenen Geschlechtsorgane wieder ein neues Thier entsteht. Ja es kommt vor, dass aus derartigen Geschlechtsorganen im Laufe der Entwicklung der Arten geradezu das Hauptthier hervorgeht, während der ursprüngliche Stamm allmälig verkümmert — gerade so (und dieser

Vergleich liesse sich weit durchführen), als wenn an einem Baum die einzelnen Blüthen, männliche und weibliche, sich loslösten und frei sich herum bewegten und allmälig im Laufe der Entwickelung als neue, selbständige Pflanzenart daständen, während der Stamm, also der ursprüngliche Baum, allmählich als solche verschwunden wäre.

Für beides geben die Medusen Beispiele ab.

Ich will unsere Frage kurz auch noch nach einer anderen Richtung hin berühren, indem ich die Thierstaaten behandle. Nehmen wir einen Bienenstock, so haben wir da bekanntermassen verschiedene Einzelwesen, welche der Bienenzüchter als „Bienenwesen" bezeichnet; es ist die Königin, es sind die Drohnen und die Arbeitsbienen; und in einem Staate anderer verwandter Thiere, bei den Ameisen, und dann bei den Termiten haben wir noch weitere derartige besondere Wesen, die man, weil sie dem Schutze des Ganzen dienen, „Soldaten" nennt. Diese Wesen handeln alle gemeinsam zum Wohle des Ganzen in einer bekanntermassen wunderbaren Art.

Wie können wir uns die Entstehung dieser Formen erklären? Nur so, dass wir sagen: sie sind alle ausgegangen von einem ursprünglich einfachen Wesen, indem die Organe desselben nach der einen oder anderen Richtung verkümmert oder höher ausgebildet worden sind, indem also auf diese Weise Trennung der Geschlechter entstanden ist, und zugleich auch Abänderungen der Organe der Ernährung und derjenigen des Geistes sich entwickelt haben. Wir können die verschiedenen Bienenwesen geradezu bezeichnen als Organe des Thierstaates, und es eröffnet sich uns ein sehr wichtiger Ausblick, wenn wir dem Geistesleben dieses Thierstaates eine ganz kurze Betrachtung widmen in Bezug auf die Frage nach dem Bestehen wirklicher Individuen in der organischen Natur.

Man schreibt bekanntermassen den Thieren im Gegensatz zum Menschen blos „Verstand" zu, man will ihnen nicht auch „Vernunft" zuerkennen, und es ist merkwürdig, dass eine derartige Unterscheidung sogar bei Zoologen bis auf den heutigen Tag gang und gebe ist. Ich bin aber der Ansicht, dass eine vollkommen trennende Unterscheidung zwischen Verstandes- und Vernunftthätigkeit überhaupt gar nicht möglich ist. Wir unterscheiden die Vernunftthätigkeit, kurz gesagt, von der Verstandesthätigkeit wesentlich doch wohl nur dadurch, dass die Vernunftthätigkeit nicht nur das unmittelbare Bedürfniss irgend eines einzelnen Wesens ins Auge fasst, sondern dass sie auch mittelbar, deduktiv, alle Dinge, die das Einzelwesen betreffen, behandelt, dass sie nicht nur von der Hand in den Mund lebt, nur die unmittelbaren Bedürfnisse berücksichtigend, sondern auch die mittelbaren, sowohl der Zeit nach, als auch der Gemeinschaft nach, in der das Einzelwesen lebt. Es wird also immer die Ver-

nunftthätigkeit des Einzelnen Rechnung tragen der Zukunft und Rechnung tragen der Gemeinschaft, in der es lebt, weil es sich sagen muss, dass alles, was dieser Gemeinschaft Gutes oder Böses geschieht, auch ihm selbst, dem Einzelwesen gut oder böse geschieht.

Wenn wir nun von diesem Gesichtspunkt aus die Geistesthätigkeit eines solchen Bienenstaates betrachten, müssen wir finden, dass da ein hoher Grad von Vernunft gegeben ist. Die Thiere handeln durchaus nach den Bedürfnissen eines wohlorganisirten Staates nach jeder Richtung hin; sie handeln mit vollkommenster Rücksicht auf die Gemeinschaft aller einzelnen Glieder des Staates und mit vollkommenster Rücksicht auf die Bedürfnisse der Zukunft. Es scheint sich dem Beobachter allerdings zu ergeben, dass dabei vielfach mechanische Thätigkeit im Spiele ist, d. h., dass die Thiere in einzelnen Handlungen nicht unmittelbar vernünftig geistig thätig sind, sondern dass sie gewissermassen mechanisch vernünftig handeln, während wir in anderem Thun derselben erkennen müssen, dass dabei von Fall zu Fall mit vollster Ueberlegung für die Zukunft und für die Gemeinschaft gesorgt wird.

Nehmen wir an, dass zum Beispiel das Honigeintragen der Bienen ein mechanisches geworden ist, dass die Thiere in diesem Falle nicht mehr bewusst vernünftig handeln, so müssen wir aber doch voraussetzen, dass ursprünglich eine überlegte Vernunftthätigkeit in diesem Beginnen gewesen sei; denn sonst wären die Thiere ja gar nicht dazu gekommen, es zu üben. Wir können aber auf der anderen Seite sagen, dass nun durch die Vererbung allmälig die Vernunftthätigkeit gewissermassen mechanisch, automatisch, instinktiv geworden ist, so dass die Thiere diese und auch andere Thätigkeiten als uralte Erbstücke mechanisch fortsetzen. Man könnte meinen: bei einer solchen Betrachtung muss dieser Staat in unserer Achtung sinken, denn dieselbe macht ihn zu einem mechanischen. Wir werden aber anders urtheilen: durch das automatische Handeln bekommen die Thiere Hand frei für andere Bethätigungen; sie haben Zeit, Vermögen und Kraft, nach anderen Richtungen hin ihre geistige Thätigkeit zu entfalten, und wir können sogar in einer solchen Ausbildung der Verhältnisse geradezu das Ideal eines Staatswesens erblicken, indem der Einzelne mehr und mehr das, was er thut, zum Wohl des Ganzen mechanisch und selbstverständlich ausübt und nicht mehr von Fall zu Fall gezwungen ist zu denken, ob und wie er es thun muss.

Fassen wir die Dinge so auf, so ergibt sich eine wunderbare Einheit aus dem Zusammentreten und Zusammenwirken einzelner geistiger Funktionen, indem dieselben nun in ganz bestimmter, in maschinenmässiger Art zum Wohle des Ganzen handeln.

Noch einige Bemerkungen zu dieser Frage von einer anderen Seite. Wenn ich vorhin sagte, dass es sich um eine Arbeitstheilung gerade bei den Bienenwesen handle in der Bildung männlicher und weiblicher Geschöpfe, so lässt sich dieser Satz auch auf die übrige Natur ausdehnen, und es lässt sich sagen, dass nirgends da, wo männliches und weibliches Geschlecht besteht, irgend ein vollkommenes, wirkliches Individuum gegeben ist. Beide Theile gehören unbedingt zusammen und bilden nur ein Ganzes zusammen, nicht jeder einzelne für sich.

Aber noch weiter! Wenn wir die grosse Menge der höheren Thiere betrachten, so zeigen sie sämmtlich eine Zusammensetzung aus Zellen. Nur die niedersten Thiere sind einzellig — auch nach dieser Richtung hin sind alle höheren Formen Composita, Zusammengesetzte. Wir könnten demnach, wenn wir dem Begriff des Individuum auf den Grund gehen, wohl die niedersten Formen, welche nicht geschlechtlich getrennt sind, als Individuen, als untheilbare Ganze bezeichnen. Aber auch diese Betrachtung geht bei genauerer Untersuchung in die Brüche, denn ein jedes solches Einzelwesen vermehrt sich wieder und ist entstanden aus einem anderen, von dem es sich losgelöst hat, ganz ebenso, wie die Vermehrung selbst der höchsten Formen zurückzuführen ist auf nichts anderes als auf eine Loslösung einzelner Theile vom Ganzen, auf eine Theilung, bezw. auf eine Sprossung.

Noch ein anderer Gesichtspunkt! Wir haben durch den Stoffwechsel eine fortwährende Aufnahme von Nahrung und Abgabe von Stoff im Körper, also eine fortwährende Umwandlung dieses Körpers. Es ist kein Wesen immerfort dasselbe, und wenn wir auch im Stande wären, von einem abgeschlossenen organischen Wesen zu reden, so könnten wir das immer nur thun, indem wir von einem gegebenen kürzesten Augenblick im Bestehen eines Thieres sprechen, weil in jedem Augenblick das Einzelwesen sich verändert.

Wir können nun allerdings künstlich nach den verschiedensten Richtungen hin Individuen aufstellen; wir können sagen: wir verstehen unter einem Individuum dies, wir verstehen unter einem Individuum das, wenn wir in jedem einzelnen Fall unseren Begriff in einer bestimmten Weise einschränken. Wir kommen aber, wie angedeutet, in letzter Linie darauf zurück, dass die Betrachtung der Einzelwesen selbst es uns durchaus nicht möglich macht, mit vollkommen logischer Bestimmtheit einen Begriff von „Individuum" zu geben, aus dem einfachen Grunde, weil es ein solches untheilbares organisches Ganze überhaupt nicht gibt: es gibt dasselbe nicht infolge des unmittelbaren oder mittelbaren Zusammenhanges aller einzelnen Formen untereinander.

Damit komme ich auf den zweiten Theil meines Thema's zu sprechen.

II.

Die Entwickelungslehre nimmt bekanntlich an, dass allerdings die ganze Natur ein grosses Ganzes bildet, zunächst was die Thiere anlangt. Es ist sehr merkwürdig, dass die Erkenntniss von der Berechtigung dieser Lehre gerade bei uns in Deutschland nicht in der Weise in weitere Kreise gedrungen ist, wie man annehmen sollte. Ich glaube, dass das zurückzuführen ist auf den Umstand, dass die deutsche Forschung sich ganz wesentlich beschränkt hat auf die innere Untersuchung, auf die Anatomie und auf die Entwickelungsgeschichte, während Darwin, der der Lehre von der Entwicklung der Arten einen neuen Aufschwung gab, vorzüglich die äussere Gestaltung der Thiere und Pflanzen und ganz besonders auch die biologischen Verhältnisse in Rechnung zog. Es ist für die grösste Zahl der Menschen durchaus nicht möglich, den in's Einzelne gehenden Untersuchungen zu folgen, auf welche sich die Entwickelungslehre gerade bei uns, bei der deutschen Art der Behandlung stützt. Man hat sogar bei uns die auf die äussere Formenlehre sich wesentlich stützende Systematik von Seiten der Hauptvertreter des Darwinismus ausdrücklich in den öffentlichen Bann gethan und man hat es für wissenschaftlich unzulässig erklärt, sich mit solchen Dingen überhaupt abzugeben. Ich war längst anderer Ansicht und glaubte, es sei lohnend, einmal ein allgemein zugängliches lebendes Wesen ganz scharf in's Auge zu fassen, die äusseren Eigenschaften irgend welchen Thieres oder irgend welcher Pflanze zu behandeln und auf diesem Wege Stoff zu suchen für den Zusammenhang der Formen. In der That ergaben sich mir dabei merkwürdige Befunde.

In ganz ausserordentlicher Weise hat man bisher missachtet die Bedeutung von Zeichen, von Flecken und Strichen, die sich auf der Haut der Thiere finden. Man hat das alles für gleichgültig gehalten und nicht daran gedacht, hier in irgend einer Weise eine Gesetzmässigkeit, einen Zusammenhang zu suchen. Es stellte sich mir aber bei genauerer Betrachtung heraus, dass eine solche Gesetzmässigkeit in einer wunderbaren Weise besteht, dass es keinen Punkt in der Zeichnung irgend eines Thieres giebt, der nicht eine ganz besondere und bestimmte typische Bedeutung hätte, und dass unter allen Zeichnungen, welche sich auf der Oberfläche des Thierkörpers befinden, ein hochgradiger Zusammenhang zu erkennen ist; dies in der Weise, dass verschiedene Typen der Zeichnungen gegeben sind, die durch allmähliche Umwandlungen in einander übergehen, so dass man, wenn man die Endglieder der Formen, welche derartige Zeichnungen tragen, durch die Zwischenformen verbindet, das scheinbar Verschiedenste in verwandtschaftlichen Zusammenhang zu bringen vermag.

Als Beispiel: Würden wir alle Schmetterlinge, die es innerhalb

einer bestimmten Gruppe giebt, z. B. die Tagschmetterlinge, zusammenstellen, so würden wir in einer überraschenden Weise Verbindungen finden einer Art mit einer andern, dieser mit einer dritten und so fort, Verbindungen, welche die ganz allmähliche Umwandlung der Arten nach dem Schema baumförmiger Verzweigung erweisen und die Thatsache, dass ihre Ursache beruht auf dem nach ganz bestimmten Richtungen hingehenden Abändern der Art bezw. des Einzelthieres. Die Art ändert dahin und dorthin ab, aber nur in ganz wenigen, ganz bestimmten Einzelheiten, und zumeist im Wesentlichen blos in einer Richtung. Es tritt auf dem Flügel z. B. zuerst ein neues Strichelchen als Schatten an einer ganz bestimmten Stelle auf, an einem zweiten Thiere derselben Art ist es vergrössert und deutet an, wo die Entwicklung hinaus will. Bei der nächstverwandten Art bildet es ein beständiges, ausgeprägtes Kennzeichen, bei der nächsten ist es noch mehr in der angedeuteten Richtung verändert, vielleicht Hand in Hand mit einer anderen, neu aufgetretenen Abänderung. So kommen wir von Art zu Art: die letzte von der ersten getrennt betrachtet, gleicht ihr kaum mehr, aber die Zwischenglieder verbinden vollständig. So kommen wir vom Segelfalter zum Schwalbenschwanz; wir kommen hinaus auf die Vanessaarten, auf die Hipparchiaarten, auf Schillerfalter u. s. w., und zuletzt erkennen wir den mittelbaren Zusammenhang aller.

Aber noch viel deutlicher lässt sich die Sache durch Anführung eines anderen Beispiels machen. Ich bin in der Lage, nachzuweisen, dass sogar Hunde und Katzen in mittelbarer verwandtschaftlicher Beziehung stehen. Von der Zibethkatze geht die Entwicklung der Raubthiere aus. Von hier führt die Zeichnung zu den Katzen, zu den Hyänen und zu den Hunden, und wenn Sie irgend einen Hund betrachten, der noch der Urform der Caniden nahe kommt, d. h. Schakal- oder Wolfgestalt hat, so können Sie an ganz schwachen Schatten, die sich auf dem Felle des Hundes zeigen, die Hyänenstreifen und gewisse entsprechende Zeichnungen der Hauskatze erkennen. Sogar das Abändern der Hunde in der groben Weise, wie es allmählich stattgefunden hat, dass Flecken der verschiedensten Art scheinbar regellos auf dem Körper entstanden sind, lässt sich auf diese ursprünglichen Linien zurückführen. Es sind immer nur wieder die ursprünglichen Schatten, die sich in grosser Ausdehnung ausbilden, dann allerdings verschiedentlich verändern, auch theilen, zusammenfliessen u. s. w. und so die scheinbar unvereinbarsten Zeichnungen hervorbringen. Ich bemerke, dass z. B. die Zeichnungen der Jagd- und Hühnerhunde sehr einfach auf eine Regel zurückzuführen sind: Sie finden in den meisten Fällen einen Fleck auf deren Hintertheil, zwei auf dem Rücken, einen Fleck am Hals und wieder einen über den Kopf.

Mit diesen Beispielen will ich es bewenden lassen. Nur das habe ich zunächst noch hervorzuheben, dass immer die Männchen

es sind, welche zunächst neue Eigenschaften annehmen. Dieses Gesetz habe ich mit dem Namen der „männlichen Präponderanz" bezeichnet. Es besteht also ein Uebergewicht der Männchen gegenüber den Weibchen. Zugleich besteht aber auch ein Uebergewicht des Alters, indem das alte Männchen zuerst neue Eigenschaften annimmt und auf die ganze Gruppe vererbt. Auch dafür lassen sich sehr lehrreiche Beispiele geben; ich will aber nicht darauf eingehen, sondern nur noch erwähnen, dass die Weibchen gewöhnlich die jugendliche Zeichnung der Männchen an sich haben, dass sie also — die verehrten Frauen mögen entschuldigen, wenn ich dieses ausspreche — auf einer tieferen Stufe stehen als die Männchen, dass die letzteren in der Entwicklung etwas weiter vorgerückt sind als sie. Auf der anderen Seite zeigt sich aber, dass immer die Jungen die ursprünglichen Zeichnungen aufweisen, dass also in irgend einer Sippe die Jungen gewissermassen auf dem Standpunkte einer längst vergangenen Generation bezüglich der Zeichnung stehen. Es ist bekannt, dass an manchem Hochwild z. B. bestimmte Zeichnungen an der Seite des Körpers nur in der Jugend vorkommen, bei anderem noch beim Weibchen und nur in seltenen Fällen auch noch beim Männchen. Die ganze Umwandlung der Zeichnung geht aus einer Längsstreifung in eine Fleckung und zuletzt in eine Querstreifung über, bis die Zeichnung überhaupt schwindet. Nehmen wir als Beispiel das Reh oder den Edelhirsch, so haben wir in der Jugend Längsstreifung, die aber jetzt schon in Flecken aufgelöst ist oder doch sehr bald aufgelöst wird. Am alten Reh zeigt sich derartiges nicht mehr, am weiblichen Edelhirsch länger. Der Axishirsch dagegen steht noch auf der tiefsten Stufe der Entwicklung, denn auch der männliche Axishirsch hat noch die Längsstreifung an seinem Körper. Zwischen inne steht der Damhirsch, und da zeigt sich die Längsstreifung in ausgebildetem Zustande nur noch beim Jungen und Weibchen, aber auch nur noch in schwacher Abtönung. So finden wir, dass bei unserer Wildkatze die Zeichnung bei jungen Thieren zuerst noch mehr oder weniger eine Längsstreifung ist, später sich in Flecken auflöst, dann Querstreifung wird, bis beim alten Thier, und zwar vorzüglich beim männlichen, die Zeichnung fast geschwunden ist. Wir kommen dabei zu einem schönen Beweis des sogenannten biogenetischen Gesetzes, des Gesetzes, dass die Entwicklung irgend eines Wesens die Stufen wiederholt, welche der Reihe der Ahnen entsprechen, die diesem Wesen vorangegangen sind.

Aber noch Eines: wir finden auch insofern eine Entwicklung der Zeichnung nach einer bestimmten Richtung hin, als in der Regel diese Entwicklung von hinten nach vorn vor sich geht, so dass beim Männchen, welches eine neue Zeichnungsstufe annimmt, diese Zeichnungen zuerst am hintersten Theile des Körpers entstehen. So kann man beobachten, dass bei Raubvögeln der Schwanz zuerst

die Querstreifen zeigt, in der Mitte des Körpers haben wir Flecke und am vorderen Theile, an Hals und Kopf, haben wir noch Längsstreifen. Wenn wir eine ganze Reihe von verwandten Arten nebeneinanderstellen, so können wir sehen, welches die vorgeschrittenste ist, und wir können möglicherweise bei der vorgeschrittensten die Spuren einer neuen Zeichnung am hintersten Theile des Körpers des Männchens erkennen. Im Laufe der Generationen schreitet die Zeichnung nach vorn, eine neue beginnt hinten und schreitet nach vorn und zuletzt ist von der ersten nur noch am vordersten Theile des Körpers irgend eines Nachkommen und zwar eines weiblichen eine Spur aufzufinden (postero-anteriore Entwicklung). — Eine ähnliche Umbildung findet bei vielen Thieren deutlich in der Richtung von unten nach oben am Körper statt (infero-superiore Entwicklung).

In dieser Weise können wir erkennen, dass in bestimmter Reihenfolge eine bestimmte Entwicklung über die einzelnen Formen mit Naturnothwendigkeit hinläuft.

Diese Auffassung steht in einem gewissen Sinne der Darwin'schen gegenüber, indem sie eine ganz bestimmte Richtung in der Entwicklung und Fortbildung der Wesen erkennt, die bis in's Einzelnste, bis in's Kleinste durch die stoffliche Zusammensetzung (Constitution) des Körpers selbst mit vorgezeichnet ist. Nach ihr ist der eigentliche Darwinismus, d. h. das Nützlichkeitsprincip, blos wirksam als Auslese innerhalb der Grenzen, welche die stoffliche Zusammensetzung des Körpers, bezw. die gegebenen Entwicklungsrichtungen noch zulassen.

Demnach giebt es nichts Zufälliges, sondern Alles ist gesetzmässig in der Entwicklung bis in's Kleinste hinein.

Der Zufall wählt nur bis zu einem gewissen Grade aus.

Diese Auffassung wird somit einen Anstoss entfernen, der gegenüber dem Darwin'schen Erklärungsversuch der Entwicklung der Organismenwelt so häufig erhoben worden ist, nämlich eben die Herrschaft des Zufalls, ohne dass sie auf der anderen Seite die Bedeutung des Darwinismus missachtet. Sie sieht das Wesentliche bei der Entstehung der Arten im Fortschreiten nach, bezw. im augenblicklichen Stehenbleiben auf bestimmten Entwicklungsstufen (genepistatische Entwicklung).

Wir können uns so alle Formen, welche untereinander schon äusserlich zusammenhängen — abgesehen davon, dass dies auch innerlich durch die Organisation der Fall ist, nur nicht in der Art für Jeden deutlich, wie das eben die äussere Bedeckung zeigt — wir können uns in einem gegebenen Augenblick die ganze Reihe aller Einzelwesen einer Abstammungslinie in ein Ganzes zusammengedrängt denken, indem wir uns etwa vorstellen, dass die gesammte

Entwicklung, welche im Laufe unendlicher Zeiten über die organische Natur hingegangen ist, zusammengedrängt sei in diesen Augenblick. Dann hätten wir wieder ein Ganzes, die ursprüngliche Larve, aus der die Manchfaltigkeit der organischen Natur sich entwickelt hat. So aber, wie die Dinge jetzt in der Natur liegen, haben wir in den Arten nur einzelne Stücke des Ganzen vor uns, die mehr und mehr sich loslösten vom Ursprung, aber Stücke, begriffen in einer fortschreitenden Entwicklung, deren Ende nicht abzusehen ist. Denn wenn wir die Sätze, die ich aufgestellt habe, genau auf ihren Werth weiterprüfen, so wird sich ergeben, dass in einer ganzen, vollen Entwicklungsreihe immer das Nächstfolgende das höher Entwickelte, das Vorhergehende das niedriger Entwickelte — gewissermassen die Larve des Nachfolgenden sein muss.

Und wenn wir die ganze Reihe nehmen, so finden wir, dass das Höchstentwickelte in seinem Leben, wenn auch kurz und gedrängt, die Entwicklung der ganzen Reihe von A bis Z durchmachen muss und zwar in einer Bewegung, wenn ich den speciellen Fall allgemeiner hinstellen will, in der Hauptsache in der Richtung von hinten nach vorn über den ganzen Körper. Wir erkennen also in allen Einzelwesen die innigsten Beziehungen untereinander und zwar so, dass immer das Vorhergehende gewissermassen die Larvenform des Nächsten ist, und so, dass auch von dem, welches sich für den Endpunkt aller Dinge hält, doch nicht anders gesagt werden kann, als dass es aller Wahrscheinlichkeit nach ebenfalls nicht mehr sein wird als eine Larve für ein Nachkommendes, das sich aus ihm entwickelt.

Wenn wir in dieser Weise herabsteigen zu den übrigen Wesen und es verschmähen, eine Ausnahmestellung ihnen gegenüber einzunehmen, so werden wir selbstverständlich die Gesetze, welche sich hier ergeben, auch auf uns selbst mit anwenden müssen.

Somit hört auch in Berücksichtigung der Zukunft der Begriff eines Ganzen in der organischen Natur vollständig auf, sei es dass wir irgend einzelne Wesen oder dass wir Gruppen von Wesen in dieser Natur für sich betrachten wollen, mögen wir letztere als Arten oder als Ordnungen oder als Klassen bezeichnen.

Somit ist das Einzelwesen, wie auch der deutsche Name für Individuum richtig besagt, ein Stück nicht nur innerhalb des Kreises seiner Art, sondern auch der Gesammtheit der Thierwelt.

Auf Grund dieser Auffassung ergiebt sich aber letztere in Verbindung mit der übrigen Natur als ein harmonisch in sich gegliedertes Ganzes, in welchem kein Theil vor dem anderen einen unbedingten Vorzug verdient.

Nimmt man die Thierwelt als solches Ganzes, so kommt man auf den Gedanken unseres geistreichen Oken, die Einzelwesen als die Organe des Ganzen anzusehen.

Die Manchfaltigkeit der Einzelwesen erscheint dann als Ergebniss der Arbeitstheilung gleich wie die Bildung der Organe am Einzelthier.

In dieser Auffassung liegt zugleich die Anerkennung wenigstens beziehungsweise ewigen, unsterblichen Lebens, eines Lebens, in welchem das Gute fortlebt durch das Thun des Einzelnen, fortlebt durch die Veredlung der Nachkommen.

Es verwirft diese Auffassung die Forderung, das Gute zu thun um Lohn, sie verlangt es zu thun um des Guten selbst willen, zur Förderung der Gesammtheit. Gut aber ist nicht etwas von aussen Gegebenes, sondern wir nennen nur **das** gut, was dem Zusammenleben dienlich und **weil** es dem Zusammenleben dienlich geworden ist.

Nur soweit wird der Einzelne seine Macht im Kampf um's Dasein walten lassen dürfen, als sie die Gesammtheit nicht schädigt.

Diese überall im Auge zu behalten, ist er veranlasst, sofern er sich nicht selbst verkürzen will.

Denn auch das Nützlichkeitsprincip fordert nicht durchaus rohe Gewalt, sondern es lässt Raum der **Allliebe**, deren Bethätigung auf den Einzelnen, wie die Vernunft ihm sagt, überall zurückfallen wird.

Somit führt unsere Auffassung nicht allein zur völligen Würdigung der Rechte des Nächsten, sondern auch zur vollsten Unterordnung unter Familie und Staat.

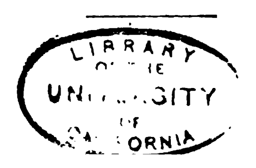
Sie ist der ausgesprochenste Gegner jenes der Gesammtheit schädlichen unklaren Begriffs der Freiheit, welche schrankenlose Willkür des Einzelnen will.

Sie hat in gewissem Sinne ihr Vorbild in dem Staatenleben der Biene, in welchem die Arbeit des Einzelnen für das Ganze zur automatischen Thätigkeit geworden ist.

Und dass in der That in unseren civilisirten Verhältnissen schon ein Theil jener Thätigkeit in diesem Sinne geübt wird, mag eben der Umstand beweisen, dass man dahin gelangt ist, in der gewöhnlichen Moral das Gute als ein Absolutes, ein Gegebenes aufzufassen, ein Gewissen für seine Verletzung verantwortlich zu machen und nach Idealen zu streben.

Fragt man aber den denkenden Menschen, vor dessen Blick die Unendlichkeit der Welten sich aufthut, fragt man den Naturforscher über die Grenzen der ihm erreichbaren Natur hinaus nach unserer Stellung und Bedeutung im **Weltganzen**, so wird er des Infusorium gedenken, dessen Horizont begrenzt ist durch den Tropfen Wasser, der es birgt.

Unsere Pflicht ist **Arbeit**, unser Recht freie **Forschung** — unsere Genugthuung Feststellen eines Körnchens **Wahrheit** zum Wohle der Menschen — unsere Hoffnung — **Erkenntniss!**





Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 834